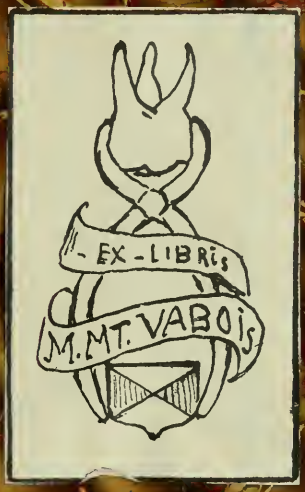
U d'/of OTTAWA
39003009906404

A gift of
Associated
Medical Services Inc.
and the
Hannah Institute
for the
History of Medicine


EX-LIBRIS
M.MT. VABOIS

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of Ottawa

http://www.archive.org/details/laviephysiologie00lebo

LA VIE

PHYSIOLOGIE HUMAINE

STRASBOURG, TYPOGRAPHIE G. FISCHBACH, SUCC^T DE G. SILBERMANN.

LA VIE

PHYSIOLOGIE HUMAINE

APPLIQUÉE

A L'HYGIÈNE ET A LA MÉDECINE

PAR LE Dr GUSTAVE LE BON

Ex-médecin en chef de la 2e division des Ambulances militaires volantes de l'Armée de Paris,
Membre de la Société de Médecine pratique de Paris,
des Académies des Sciences ou des Sociétés médicales de Bruxelles, Toulouse, Constantinople, etc.,
Chevalier de la Légion d'Honneur et de l'Ordre royal de Charles III d'Espagne

Ouvrage orné de 339 Gravures sur Bois

BIBLIOTHECA
Ottaviensis

PARIS
J. ROTHSCHILD, ÉDITEUR
13, RUE DES SAINTS-PÈRES 13
1874

5 = 07 ~

Publications du même Auteur:

Recherches sur la fève de Calabar, l'analyse de la xanthine, etc. (Comptes rendus de l'Académie des sciences.)

Le Choléra. Nouvelles recherches sur le mode de contagion, la nature et le traitement de cette affection, gr. in-8°.

La mort apparente et les inhumations prématurées, 1 vol. in-18, 2e édit.

Hygiène pratique du soldat et des blessés, 1 vol. in-18 i llustré.

Om skindod og om forhasted begravelser oversat efter originalens anden udgave af Heise adjunkt, 1 vol. in-8°.

Nouvelles recherches expérimentales sur l'asphyxie (Comptes rendus de l'Académie des sciences).

La Fumée du tabac. Recherches expérimentales sur la nature et la quantité des principes de la fumée du tabac absorbés par les fumeurs.

L'Anatomie et l'histologie enseignées par les projections lumineuses. Description des tableaux qui ont servi à illustrer les leçons publiques faites par le docteur G. Le Bon et des appareils employés pour les obtenir et les projeter, 1 vol. in-8°.

QB
34
.L43
1874

A MONSIEUR LE BARON H. LARREY

MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE,
ANCIEN PRÉSIDENT DU CONSEIL DE SANTÉ, EX-MÉDECIN EN CHEF DES ARMÉES,
GRAND-OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR, ETC.

Hommage de Reconnaissance

GUSTAVE LE BON.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

TABLE des travaux originaux de l'Auteur contenus dans cet ouvrage. . . . x
TABLE des gravures. XII
PRÉFACE 1
INTRODUCTION. — **Marche et progrès de la physiologie depuis l'antiquité jusqu'à nos jours**. 5

LIVRE I. — ORIGINE DE LA VIE. — ÉLÉMENTS DES ORGANES.

CHAPITRE PREMIER. — **Origine de la vie. — Structure des organes et aperçu de leurs fonctions**. 17

LIVRE II. — RECETTES ET DÉPENSES DES ORGANES.

CHAPITRE PREMIER. — **Organes de la digestion**. 32
CHAPITRE II. — **La faim et la soif** 63
CHAPITRE III. — **Source des forces des organes. — Les aliments** . . . 76
CHAPITRE IV. — **Alimentation et régime**. 116
CHAPITRE V. — **Digestion des aliments.** — § 1er. Connaissance des anciens relatives à la digestion. — § 2. Marche des aliments dans le tube digestif. — § 3. Transformation des aliments dans le tube digestif. — § 4. Absorption du produit de la digestion. — § 5. Résumé des phénomènes de la digestion. 128
CHAPITRE VI. — **Hygiène de la digestion et physiologie des troubles de cette fonction** 170
CHAPITRE VII. — **Organes de la circulation.** — § 1er. Le cœur. — § 2. Les artères. — § 3. Les veines. 181
CHAPITRE VIII. — **Le sang et ses fonctions** 216
CHAPITRE IX. — **Circulation du sang.** — § 1er. Histoire de la découverte de la circulation du sang. — § 2. Circulation du sang dans le cœur. — § 3. Circulation du sang dans les vaisseaux. — § 4. Action du système nerveux sur la circulation. — § 5. Circulation du sang dans la série animale. 237
CHAPITRE X. — **Hygiène de la circulation et physiologie des troubles de cette fonction.** — § 1er. Explication des phénomènes produits par l'irrégularité des fonctions du cœur. — § 2. Explication des phénomènes produits par les troubles locaux de la circulation 258

Pages.

CHAPITRE XI. — **Dépuration du sang et ses produits. — Urine, sueur, etc.** — § 1er. Mode d'élimination des produits de l'usure des tissus. — § 2. Urination. — § 3. Sudoration 279

CHAPITRE XII. — **Les organes de la respiration et leurs fonctions.** — § 1er. Organes de la respiration. — § 2. Mouvements des organes respiratoires. — § 3. Bruits divers ayant leur siége dans l'appareil respiratoire . 307

CHAPITRE XIII. — **L'air.** — § 1er. Découvertes qui ont conduit à la connaissance de la composition de l'atmosphère. — § 2. Composition de l'air. — § 3. Propriétés physiques de l'air. Pression, température, etc. 328

CHAPITRE XIV. — **La respiration.** — § 1er. Découvertes qui ont conduit à la connaissance des phénomènes de la respiration. — § 2. Théorie de la respiration. — § 3. Variations que présentent les phénomènes respiratoires chez les êtres vivants 352

CHAPITRE XV. — **Hygiène de la respiration et physiologie des troubles de cette fonction.** — § 1er. Effets produits par l'aération insuffisante. — § 2. Effets produits par la privation complète de l'air. Étude de l'asphyxie. 376

CHAPITRE XVI. — **Renouvellement des éléments des organes. — Sécrétions, absorption et nutrition.** — § 1er. Budget des recettes et des dépenses des organes. — § 2. Sécrétions. — § 3. Étude de l'absorption. — § 4. Nutrition et reproduction des tissus. — § 5. Circulation de la matière dans les organes. 411

LIVRE III. — PRODUCTION ET DÉPENSE DES FORCES DANS LES ORGANES.

CHAPITRE PREMIER. — **La chaleur animale.** — § 1er. Les forces. — § 2. Chaleur animale 449

CHAPITRE II. — **Le mouvement.** — § 1er. Structure et propriétés des organes du mouvement. — § 2. Sources chimiques du mouvement 466

CHAPITRE III. — **Mécanisme des mouvements.** — § 1er. Organes mis en mouvement par les muscles. Extension, flexion, etc. — § 2. Principes de mécanique applicable à l'étude des mouvements. — § 3. Physiologie de divers attitudes et mouvements. — § 4. Tableau des mouvements que peuvent exécuter les diverses parties du corps et énumération des muscles qui les produisent 493

CHAPITRE IV. — **La voix et la parole.** — § 1er. Organes de la production des sons. — § 2. Mécanisme de la production des sons. — § 3. Origine du langage. Langage des animaux. 554

LIVRE IV. — RELATIONS DE L'ORGANISME AVEC LE MONDE EXTÉRIEUR.

CHAPITRE PREMIER. — **Les sensations.** 571

CHAPITRE II. — **La vue.** — § 1er. La lumière. — § 2. L'œil. — § 3. Mécanisme de la vision. — § 4. Physiologie des troubles de la vision 586

CHAPITRE III. — **L'ouïe.** — § 1er. Le son. — § 2. Structure de l'oreille. — § 3. Mécanisme de l'audition. — § 4. Physiologie des troubles de l'audition. 654

Pages.

CHAPITRE IV. — **L'odorat, le goût et le toucher.** — § 1er. L'odorat. — § 2. Le goût. — § 3. Le toucher 681

CHAPITRE V. — **Éléments nerveux. — Nerfs et centres nerveux.** — § 1er. Vue d'ensemble du système nerveux. — § 2. Structure des éléments constitutifs du système nerveux. — § 3. Les centres nerveux. — § 4. Les nerfs. — § 5. Relations des diverses parties du système nerveux entre elles. 708

CHAPITRE VI. — **Propriétés et fonctions des éléments et des diverses parties du système nerveux.** — § 1er. Propriétés et fonctions des cellules nerveuses. — § 2. Propriétés et fonctions des fibres nerveuses et des nerfs. — § 3. Propriétés et fonctions de la moelle épinière. — § 4. Propriétés et fonctions du cerveau et du cervelet. 760

CHAPITRE VII. — **Activité intellectuelle et repos du système nerveux** (phénomènes intellectuels et sommeil). — § 1er. Éléments de l'activité intellectuelle du système nerveux. — § 2. Elaboration des matériaux fournis par les sens et conservés par la mémoire. — § 3. Activité inconsciente du système nerveux. — § 4. Activité consciente du système nerveux. — § 5. Activité du système nerveux chez les animaux autres que l'homme. — § 6. Durée des opérations intellectuelles. — § 7. Influence de l'état des organes sur les idées et des idées sur les organes. — § 8. Source de l'activité du système nerveux. — § 9. Repos des éléments nerveux. Le sommeil . . . 805

LIVRE V. — REPRODUCTION, DÉVELOPPEMENT ET FIN DES ÊTRES.

CHAPITRE PREMIER. — **Modes divers de reproduction des êtres.** — § 1er. Génération spontanée. — § 2. Reproduction des êtres vivants par scission et par bourgeons. — § 3. Reproduction par œufs. 845

CHAPITRE II. — **Développement de l'œuf fécondé et transformation de l'embryon.** — § 1er. Développement de l'œuf fécondé. — § 2. Développement de l'embryon. 866

CHAPITRE III. — **Développement de l'homme depuis sa naissance jusqu'à sa mort** — § 1er. Les âges. — § 2. Influence des aptitudes des parents sur le développement après la naissance. Hérédité. — § 3. Influence du milieu sur les êtres vivants. — § 4. Fin des êtres 889

FIN DE LA TABLE.

TABLE DES TRAVAUX ORIGINAUX

ET DES

RECHERCHES PESONNELLES DU Dr GUSTAVE LE BON

CONTENUES DANS CET OUVRAGE.

Pages

Sur les progrès des sciences depuis l'antiquité jusqu'à nos jours 5
Sur la résistance de certains animaux à la privation d'aliments 74
Expériences sur l'action du café et de la caféine 101
Sur les moyens de se préserver de la fièvre intermittente 105
Sur le rôle attribué à l'alcool 111
Recherches sur la nature des principes de la fumée du tabac absorbés par les fumeurs 113
Sur le sommeil qui s'observe après le repas 173
Sur l'alimentation des sujets atteints d'affections intestinales 176
Expériences sur la persistance des mouvements du cœur après la mort . . . 249
Sur la sudoration et le rôle des glandes sudoripares 281, 283, 304
Sur les altérations de l'urine dans les maladies 293
Sur la ventilation des salles de malades. 388
Recherches sur la nature des produits mélangés à la vapeur d'eau pulmonaire. 365
Expériences sur l'anesthésie asphyxique. 391
Appréciation physiologique des divers modes de traitement en usage contre l'asphyxie. 399
Sur un nouveau procédé d'insufflation pulmonaire 400
Expériences sur l'électropuncture du cœur 402
Comparaison des effets produits par les courants d'induction et par les courants continus 403
Sur les effets de l'électricité contre l'asphyxie par submersion 405
Sur l'emploi de la chaleur contre l'asphyxie 406
Recherches expérimentales sur les causes de la difficulté de ramener les asphyxiés à la vie 407
Sur le refroidissement après la mort. 457
Sur l'insuffisance des indications fournies par le thermomètre pour apprécier l'influence de la température extérieure sur les êtres vivants 460
Sur le rôle de la gymnastique musculaire et la physiologie de l'exercice. . . 477
Raison physiologique des divers mouvements de la face produits par les passions. 519
Sur l'origine du langage 567
Sur le langage des animaux 569
Sur l'association inconsciente des sensations 577
Influence de l'éclairage des objets sur l'acuité de la vision. 633
Appareil destiné à faciliter la vision rapprochée chez les myopes 646

Pages.
Sur le rôle de la musique dans l'histoire 680
Sur l'analogie existant entre les différents sens et entre les agents qui les impressionnent 706
De l'anesthésie des cellules nerveuses 766
Sur la connaissance des aptitudes individuelles déduite de l'étude des formes extérieures 800
De la valeur des indications fournies par les sens 807
Sur l'élaboration des impressions sensorielles 813
Sur l'activité inconsciente du système nerveux 821
Nouvelle théorie des rêves. 840
Sur les causes de la production des sexes 865
Sur l'influence de la mère sur le fœtus 881
Du développement de l'intelligence chez l'enfant 891
Sur la théorie de la mort 907
De la méthode dans les sciences 910

TABLE DES 539 GRAVURES.

Figures		Pages
1.	Coupe verticale du pied d'avant en arrière	22
2.	Tissu cellulaire ou conjonctif	23
3.	Amas de cellules adipeuses au milieu de fibres de tissu conjonctif	23
4.	Amas de vésicules graisseuses superposées	24
5.	Vaisseaux du tissu adipeux	24
6.	Coupe verticale du col du fémur	25
7.	Tissu cartilagineux	26
8.	Tissu osseux et tissu cartilagineux	26
9.	Formes diverses de cellules nerveuses	27
10.	Cellules nerveuses de la couche corticale du cervelet	27
11.	Épithélium conique à cils vibratiles stratifié	28
12.	Abdomen	33
13.	Vue de l'appareil digestif	33
14.	Lèvres	34
15.	Coupe verticale de la bouche	35
16.	Orifice postérieur de la bouche vu en arrière	36
17, 18.	Ouverture postérieure de la bouche et muscles du voile du palais	38
19.	Nerfs de la langue	39
20, 21, 22 et 23.	Parasites de la bouche	40
24.	Coupe verticale d'une dent molaire et de son alvéole	41
25.	Coupe verticale d'une dent incisive	42
26.	Nerfs des dents	43
27.	Artères des dents	43
28.	Dents permanentes	44
29.	Ensemble du tube digestif	46
30.	Estomac de l'homme	47
31.	Surface de la muqueuse de l'estomac montrant l'orifice des glandes	48
32.	Glandes de l'estomac	49
33.	Vaisseaux de l'estomac, du foie et de la rate	50
34.	Villosités de l'intestin	51
35.	Follicules, villosités et vaisseaux chylifères de l'intestin	51
36.	Partie inférieure du rectum et de l'anus	52
37.	Embouchure de l'intestin grêle dans le gros intestin	53
38, 39, 40, 41.	Parasites de l'intestin	54
42.	Coupe du péritoine et des viscères abdominaux	56
43.	Glandes salivaires	58
44.	Coupe d'un lobule du foie	59
45.	Divisions des vaisseaux hépatiques dans le foie	60
46.	Vésicule biliaire	61
47.	Coupe verticale de la bouche	132
48.	Tube digestif des oiseaux granivores	134
49.	Articulation de la mâchoire supérieure avec le temporal	135
50.	Mâchoires pendant la mastication	136
51.	Région temporale	136
52.	Région antérieure du cou	137
53.	Mâchoire d'un reptile	138
54.	Coupe verticale de la bouche	139
55.	Muscles du pharynx	140
56.	Estomac de l'homme	142
57.	Estomac du cheval	144
58.	Tube digestif	146
59.	Embouchure de l'intestin grêle dans le gros intestin	147
60.	Région du périnée chez l'homme	148
61.	Glandes de l'estomac	152
62.	Vésicule biliaire, canal cholédoque et pancréas	156
63.	Ouverture des canaux excréteurs du pancréas dans l'intestin	158
64.	Villosités de l'intestin de l'homme	161
65.	Vaisseaux chylifères	162

Figures		Pages
66.	Réseau lymphatique d'un doigt.	162
67.	Réseau lymphatique profond de la peau des doigts.	163
68.	Vaisseau lymphatique ouvert.	163
69.	Ensemble du canal digestif pendant la digestion chez les mammifères.	182
70.	Rapports du cœur avec les poumons	182
71.	Face antérieure du cœur.	183
72.	Face postérieure du cœur	183
73.	Rapports du cœur	184
74.	Cœur séparé en ses deux moitiés	185
75.	Base des ventricules sur lesquels on voit les valvules.	186
76.	Fibres musculaires de la face antérieure du cœur	187
77.	Fibres musculaires de la face postérieure des oreillettes.	187
78.	Coupe horizontale du cœur.	188
79.	Coupe horizontale de la poitrine.	189
80.	Vaisseaux capillaires de la membrane natatoire de d'une grenouille.	193
81.	Vue d'ensemble de l'appareil circulatoire	199
82.	Vaisseaux de la région antérieure du cœur	201
83.	Veines du cou.	203
84.	Artères de la face et du cou.	203
85.	Artères de l'aisselle.	205
86.	Artères du bras	205
87.	Vaisseaux du pli du coude	207
88.	Artères de l'avant-bras	207
89.	Artères de la main.	207
90.	Gros vaisseaux du thorax et de l'abdomen.	209
91.	Vaisseaux de l'abdomen	209
92.	Artères du bassin	211
93.	Artère et veine fémorale.	211
94.	Artères de la fesse et de la cuisse	213
95.	Artères du creux du jarret.	213
96.	Artères de la région postérieure de la jambe	215
97.	Artères de la face dorsale du pied	215
98.	Artères de la plante du pied.	215
99.	Circulation du sang dans le cœur et les poumons.	242
100.	Valvules du cœur	245
101.	Coupe du cœur montrant la différence d'épaisseur des ventricules.	245
102.	Circulation du sang chez les poissons	256
103.	Orifices auriculo-ventriculaires et valvules du cœur	260
104.	Abdomen ouvert pour montrer les vaisseaux du rein, l'uretère et la vessie	284
105.	Tubes urinifères.	285
106.	Distribution de l'artère rénale dans les tubes urinifères.	285
107.	Glomérule de Malpighi	285
108.	Vaisseaux du rein	286
109, 110 et 111.	Cristaux d'acides uriques	297
112.	Urate d'ammoniaque	297
113.	Cristaux d'oxalate de chaux.	298
114.	Graviers d'oxalate de chaux.	298
115.	Cristaux dentelés de phosphate ammoniaco-magnésien	299
116.	Cristaux prismatiques de phosphate ammoniaco-magnésien.	299
104.	Larynx, trachée et bronches.	310
105.	Divisions de la trachée et des bronches	310
106.	Épithélium qui tapisse la trachée.	311
107.	Ramifications des bronches.	312
108.	Vue au microscope d'une bronche d'un demi-millimètre de diamètre.	312
109.	Rapports des poumons.	313
110.	Division des bronches et des vaisseaux pulmonaires dans les poumons	315
111.	Coupe théorique d'un lobule pulmonaire	315
112 et 113.	Lobule pulmonaire.	315
114.	Coupe perpendiculaire de la poitrine.	316
115.	Coupe transversale du thorax.	317
116.	Thorax et diaphragme.	319
117.	Mouvements des côtes.	320
118.	Cage thoracique.	321
119, 120 et 121.	Muscles qui peuvent élever ou abaisser les côtes.	323
122.	Respiration chez les insectes.	372
123.	Pile pour expériences physiologiques	404
124.	Rapports de la rate	417
125.	Rapports du corps thyroïde	420
126.	Coupe d'un lobule du foie	423
127.	Villosités de l'intestin de l'homme.	439
128.	Épithélium de la muqueuse pituitaire	468
129.	Enregistrement graphique des phénomènes	473
130.	Squelette de l'homme.	495
131.	Crâne humain.	496
132.	Deuxième vertèbre cervicale.	496
133.	Bassin de l'homme	496
134.	Bassin de la femme.	496
135.	Colonne vertébrale.	497

Figures Pages
136. Squelette du bras, de l'avant-bras et de la main. 497
137. Squelette d'oiseau 499
138. Squelette de mammifère . . . 499
139. Squelette de reptile. 499
140. Aponévroses enveloppant les muscles. 500
141. Apophyse odontoïde et première vertèbre cervicale . . 502
142. Articulation de la cuisse avec le bassin. 502
143. Articulation du genou. . . . 502
144. Articulations du poignet.. . . 503
145. Articulations des côtes avec la colonne vertébrale. 503
146. Coupe des articulations du poignet et de la main. 503
147. Levier du premier genre. . . 505
148. Levier du deuxième genre . . 505
149. Levier du troisième genre . . 505
150. Levier osseux du premier genre 507
151. Type d'un levier du premier genre 508
152. Levier osseux du deuxième genre 509
153. Type d'un levier du deuxième genre 509
154. Levier osseux du troisième genre 509
155. Type d'un levier du troisième genre 509
156. Mode d'action des leviers. . . 510
157. Appareil enregistrant les mouvements de l'aile d'un oiseau. 517
158. Appareil qui transmet au levier enregistreur les mouvements de la poitrine de l'oiseau . . 517
159. Graphique produite par une aile d'insecte 518
160. Aspect d'une guêpe volant au soleil après qu'on a doré ses ailes. 518
161, 162, 163, 164, 165 et 166. Expressions de la face obtenues par la contraction électrique des muscles 524
167. Muscles de la face 536
168. Nerfs des muscles de la face. 536
169. Muscles profonds de la région antérieure du cou. 537
170. Muscles superficiels de la région antérieure du cou. . . 537
171. Muscles profonds de la région latérale du cou 538
172. Muscles profonds de la région postérieure du cou et d'une partie du dos. 538
173. Muscles de la région postérieure du cou. 538
174. Muscles de la partie antérieure du tronc 539
175. Muscles de la partie antérieure du tronc 540
176. Muscles de la région antérieure du tronc 540
177. Muscles de la nuque et du dos. 541
178. Muscles de la partie antérieure du tronc 542
179. Muscles de la partie interne du bassin 542
180. Muscles de l'épaule et du bras. 543
181. Muscles de la partie latérale du thorax 544
182. Muscles de l'épaule et du bras. 544
183. Région postérieure des muscles de l'avant-bras 545
184. Fléchisseurs du doigt . . . 545
185. Extenseurs des doigts. . . . 545
186. Muscles de la face antérieure de l'avant-bras 546
187. Muscles superficiels de la main. 546
188. Partie latérale d'un doigt. . . 547
189. Tendon des fléchisseurs des doigts 547
190. Disposition des tendons fléchisseurs. 547
191. Face dorsale d'un doigt avec son appareil tendineux . . . 547
192. Muscles de la région antérieure de la cuisse 548
193. Muscles de la région interne de la cuisse. 548
194. Muscles profonds de la partie interne de la cuisse. . . . 548
195. Muscles superficiels et profonds de la fesse 549
196. Muscles de la région profonde de la fesse 549
197. Muscles du creux du jarret. . 550
198. Région postérieure de la jambe. 550
199. Extenseurs des orteils. . . . 551
200. Jambier postérieur. 551
201. Muscles de la face supérieure du pied. 551
202. Os du pied. 551
203. Coupe du pied gauche. . . . 552
204. Muscles de la face dorsale du pied. 552
205. Os du pied. 553
206. Muscles de la face inférieure du pied. 553
207. Cartilages du larynx 556
208. Coupe verticale du larynx . . 556
209 et 210. Muscles du larynx. . . 557
211. Vue du larynx au laryngoscope. 559
212. Nerfs et vaisseaux du larynx. 560
213 et 214. Réfraction de la lumière. 594
215. Lentille convexe. 595

Figures — Pages
216. Lentille concave. 595
217. Foyer principal des lentilles convexes. 596
218. Foyer conjugué des lentilles convexes 596
219. Foyer virtuel des lentilles concaves 597
220. Formation des images à travers les lentilles convexes. . . . 597
221. Coupe verticale de l'œil . . . 600
222. Œil humain vu de face et de profil 601
223. Coupe du globe oculaire. . . 602
224. Coupe de la surface de la cornée 603
225. Choroïde et iris 604
226. Artères de l'orbite 605
227. Vaisseaux de l'iris 606
228. Nerfs de l'œil et des régions voisines. 606
229. Le fond de l'œil, grossi . . . 607
230 et 231. Structure microscopique de la rétine 609
232. Coupe de l'orbite 611
233. Muscles moteurs du globe oculaire et de la paupière . . . 612
234. Muscles moteurs du globe oculaire. 612
235. Coupe du tarse et de la conjonctive palpébrale 614
236. Mécanisme de l'accommodation. 621
237. Figure démontrant l'existence du punctum cœcum 626
238. Angle visuel 631
239. Ophthalmoscope. 641
240. Action des verres concaves sur l'œil myope 645
241. Influence des lentilles convexes sur l'œil hypermétrope . . . 650
242. Coupe de l'oreille 665
243. Membrane du tympan et chaîne des osselets 667
244. Vestibule et canaux demi-circulaires. 668
245, 246 et 247. Formes diverses de l'intérieur du limaçon . . . 669
248. Coupe théorique de l'oreille. . 674
249. Charpente osseuse et cartilages du nez. 682
250. Coupe transversale des fosses nasales. 683
251. Vue postérieure des fosses nasales. 684
252. Nerf olfactif 685
253. Nerfs de la langue 692
254. Coupe verticale de la peau . . 700
255. Coupe verticale du pouce . . 701
256. Coupe transversale de la troisième phalange du petit doigt. 702
257. Nerfs des doigts. 703
258. Ensemble du système nerveux. 711
259. Cellules et fibres nerveuses du cervelet. 716
260. Coupe verticale de la tête et du cou 720
261. Face supérieure du cerveau. . 723
262. Face inférieure de l'encéphale. 723
263. Coupe verticale du cerveau et du cervelet 724
264. Isthme de l'encéphale. . . . 725
265. Coupe de la moelle épinière. 726
266. Coupe de la moelle au niveau du bulbe rachidien. 728
267. Portion inférieure de la moelle épinière. 729
268. Artères du cerveau. 730
269. Base du crâne avec les douze nerfs qui la traversent . . . 735
270. Nerf trijumeau 737
271. Nerfs maxillaires supérieur et inférieur 738
272. Nerf facial 740
273. Pneumo-gastrique 742
274. Portion de la moelle épinière. 744
275. Nerfs de la face dorsale de la main 745
276. Nerfs superficiels du membre supérieur 746
277. Nerfs profonds du membre supérieur. 746
278. Nerfs superficiels de la face antérieur du membre inférieur. 748
279. Nerfs profonds de la face antérieur du membre inférieur.. . 748
280. Nerfs superficiels de la face postérieure du membre inférieur. 749
281. Nerfs profonds de la face postérieure du membre inférieur. 749
282. Nerfs grands sympathiques. . 751
283. Disposition des cellules et des fibres cérébrales 757
284. Cerveau humain. 793
285. Cerveau d'un carnivore . . . 793
286. Cerveau d'un reptile. 793
287. Cerveau des Poissons. . . . 793
288. Système nerveux des Crustacés. 793
289. Système nerveux des Arachnides 793
290. Système nerveux des articulés. 793
291. Système nerveux des Rayonnés. 793
292. Système nerveux des Mollusques. 793
293. Crâne d'Européen 794
294. Crâne d'un Malais 794
295. Tête de Grec ancien 797
296. Tête de Chef Indien 797

Figures	Pages
297. Tête de Kalmouk	798
298. Tête de Japonais.	798
299. Tête de Nègre	799
300. Tête de Patagon.	799
301. Localisations phrénologiques.	803
302. Œuf humain	853
303 à 308. Développement des Spermatozoïdes	860
309 à 311. Transformation de l'œuf humain fécondé.	869
312. Formation des vésicules allantoïde et ombilicale	869
313. Coupe théorique d'un œuf humain et des parties qu'il contient.	869
314. Circulation du fœtus	871
315. Première apparition de l'embryon	875
316. Tache embryonnaire	875
317. Embryon humain aux débuts de son existence	875
318. Œuf humain de 25 à 30 jours.	876
319. Le précédent ouvert	876
320. Portion du précédent grossie.	876
321. Embryon d'un mois.	876
322. Œuf humain de 35 jours ouvert.	877
323. Portion du précédent très-grossie	878
324. Utérus contenant un œuf de 40 jours.	879
325. Œuf humain de 45 jours. . .	879
326. Structure de la mamelle . . .	886

Par suite d'une erreur, les gravures 104 à 116 portent deux fois les mêmes numéros; le nombre total des figures est donc en réalité de 339 au lieu de 326.

FIN DE LA TABLE DES GRAVURES.

BUT DE NOTRE LIVRE.

La Physiologie a pour objet l'étude des fonctions des êtres organisés, fonctions dont l'ensemble constitue la vie.

Les philosophes ont cru pendant longtemps qu'il est possible de comprendre l'homme sans connaître ses organes, et, n'ayant que l'hypothèse pour guide, ils ont imaginé ces nombreux systèmes que les siècles qui nous ont précédés ont vus naître et mourir.

La philosophie ancienne, composée de spéculations métaphysiques étrangères à l'étude réelle du monde, a fait place à la science moderne qui enseigne à l'homme que tous les phénomènes de la nature sont soumis à d'invariables lois, et que c'est seulement par des investigations patientes, et non par de chimériques conceptions, qu'il peut parvenir à connaître l'univers et se comprendre lui-même.

La physiologie est assurément une des sciences les plus intéressantes et les plus utiles, et cependant elle est peut-être la moins connue. Objet des vaines terreurs des uns, de l'ignorante indifférence des autres, elle ne fait pas encore partie de l'éducation de la jeunesse et n'a pour adeptes que ceux qui se destinent à l'art de guérir, ou quelques rares philosophes qui, convaincus de sa puissance, viennent lui demander des armes.

Le jeune homme sort du collége, persuadé qu'il y a tout appris; et ce qui de l'existence est utile à connaître, il croit le savoir.

On l'a nourri dix ans des héros de la Grèce et de Rome; dix ans il a vécu dans la contemplation du passé et dans l'étude de l'histoire telle que les livres l'écrivent. L'heure d'utiliser ses connaissances a sonné. Il va être magistrat, professeur, avocat, écrivain. Il voudra instruire les masses, guider les foules, et de la nature de l'homme, de ses instincts, de ses passions, il ne sait rien.

Personne ne lui a dit que pour juger les hommes, saisir les causes de leurs actions, comprendre l'histoire, il est indispensable d'avoir fait une étude profonde de l'organisation humaine. On lui a laissé croire que la nature morale des êtres est absolument indépendante de leur nature physique, et là où le physiologiste montre l'inévitable résultat d'inflexibles lois, il n'aperçoit que la Providence ou le hasard.

Celui qui n'a pas étudié la nature physique de l'homme ne saura jamais rien de sa nature morale, et de l'absence de ces connaissances essentielles souffrira toujours. C'est avec une sagesse profonde que la philosophie antique résumait ce que l'homme doit apprendre dans cette maxime gravée en lettres d'or sur la porte de ses temples : *Connais-toi toi-même.*

L'utilité des connaissances relatives à l'organisation humaine ne saurait être méconnue ; sur elles repose l'édifice de la médecine tout entier ; sur elles s'appuie également l'hygiène, qu'on pourrait appeler la plus nécessaire des sciences, car elle nous indique les moyens de conserver la santé et de nous préserver des maladies que trop souvent la médecine est impuissante à guérir.

La guerre funeste qui a ravagé la France pendant les désastreuses années de 1870-1871 et la terrible crise sociale qui l'a suivie ont prouvé aux esprits les plus aveugles les dangers de l'ignorance et la nécessité d'une instruction plus générale et plus complète. Ce n'est pas avec les déclamations vaines des orateurs sur la liberté, la fraternité, la justice, les droits des citoyens, qu'on apprendra aux foules que l'homme ne peut compter que sur sa persévérance, son instruction et son travail pour vivre et maintenir son rang, et qu'on lui donnera les moyens nécessaires pour y parvenir. Les guerres, qui se succèdent sans relâche depuis le jour où les premiers hommes connurent leurs premiers frères, les éternels triomphes de la force et les innombrables leçons du passé portent un enseignement au sujet duquel toute illusion serait dangereuse. Aux banales théories des rhéteurs, la science moderne a substitué des lois précises que nul ne doit ignorer. Corroborant les terribles leçons de l'histoire, elle nous montre à tous les degrés de l'échelle vivante, dans le perpétuel combat pour l'existence, les faibles toujours détruits au profit des forts, et dans cette destruction fatale la condition même du perfectionnement et du progrès. Une race animale inférieure à une race voisine, un peuple inférieur à un autre sont inévitablement destinés à périr. Plus heureux que l'animal qui est impuissant à modifier les conditions de son existence, l'homme peut s'améliorer sans cesse, mais sous peine d'être obligé de céder bientôt la place à d'autres plus parfaits, il est condamné à s'améliorer toujours. Avec l'état actuel des sciences, les plus savants sont les plus forts, et dans les sociétés modernes le plus dangereux des vices est l'ignorance.

Les esprits les plus autorisés le reconnaissent aujourd'hui. Il n'est pire instruction universitaire que la nôtre. Elle est non-seulement inutile, mais de plus nuisible. Dix ans consacrés à l'étude des langues, des institutions et des mœurs du passé ne laissent dans l'esprit qu'une admiration puérile pour les conquérants qui ont ravagé le monde, et une disposition aussi naturelle que dangereuse à appliquer à l'époque actuelle les institutions et les usages des temps éloignés.

Sans doute il est nécessaire d'étudier l'histoire, car les leçons du passé

peuvent seules éclairer le présent, mais sous cette condition essentielle qu'on ne la transformera pas en une ennuyeuse liste de dates et de batailles propre seulement à exercer la mémoire et où l'historien impuissant à remonter aux causes ne sait qu'applaudir aux révolutions quand il les voit victorieuses et les flétrir quand elles sont vaincues. Il peut être agréable, quelquefois même utile, de lire, dans les langues où ils furent écrits, les exploits des guerriers de Virgile et d'Homère, mais combien est-il plus utile encore de connaître assez les langues modernes pour ne pas vivre à l'égard des autres peuples comme si un mur aussi élevé que la grande muraille de la Chine nous séparait d'eux, d'apprendre non théoriquement, mais d'une façon pratique, comme cela se fait ailleurs, ces sciences modernes qui ont transformé et transforment chaque jour les conditions d'existence de la majorité des hommes ; enfin de s'étudier soi-même, car cette connaissance qui exige le concours de la plupart des autres est entre toutes la plus nécessaire.

Il y a donc bien des choses à modifier dans l'instruction telle qu'elle se donne aujourd'hui. Les institutions et les mœurs ont changé, les sciences ont marché à pas de géant, seul le fond de l'enseignement universitaire n'a pas varié; tel il était il y a un siècle, tel nous le retrouvons aujourd'hui. L'heure est cependant venue d'apprendre à l'homme à vivre dans le présent et non dans le passé, afin qu'après ces longues années d'études auxquelles a été consacrée sa jeunesse, aux prises avec les réalités des choses, il n'en soit plus réduit à recommencer une éducation nouvelle qui effacera péniblement une à une les illusions acquises dans la première.

La littérature scientifique ne manque pas d'excellents traités de physiologie. En écrivant ce livre, qui résume le travail de plusieurs années, je n'ai nullement eu l'intention de refaire ce qui a déjà été fait, mais je me suis placé à un autre point de vue que mes prédécesseurs. Tout en essayant de présenter le tableau des connaissances physiologiques modernes et de montrer le lien philosophique qui les rattache, j'ai eu principalement pour but d'en faire connaître les applications à l'hygiène et à la médecine, c'est-à-dire de donner l'explication des phénomènes que présentent les maladies et d'indiquer les conditions de milieu dans lesquelles les organes doivent être placés pour fonctionner régulièrement. L'application de la physiologie à la conception des phénomènes morbides a, depuis quelques années, fait entrer la médecine dans une voie tout à fait nouvelle. L'utilité d'un traité conçu dans cet esprit et écrit avec concision et clarté ne saurait être méconnue.

Les observations faites pendant les dernières guerres ont prouvé une fois de plus combien sont fréquentes les applications de la physiologie à l'hygiène et à la médecine. Des faits nombreux ont mis en évidence l'influence, sur le succès de la thérapeutique, de la constitution et des habitudes des malades, celle du régime alimentaire auquel ils sont soumis et surtout du

milieu où ils vivent. Ce sont des éléments dont quelques-uns — tels par exemple que l'influence des habitudes alcooliques sur le sort des blessés — étaient à peine mentionnés dans les livres classiques et complétement négligés dans les statistiques médicales et chirurgicales. Chargé de la direction de divers services importants, nous avons pu, tant dans les hôpitaux que sur les champs de bataille, nous livrer à des observations que nous avons souvent utilisées pour la rédaction de différentes parties de cet ouvrage et qui nous ont confirmé, une fois de plus encore, dans cette doctrine : que l'application des lois de la physiologie et de l'hygiène peut, bien plus que celle des préceptes de la médecine et de la chirurgie elles-mêmes, exercer une influence considérable sur la santé des hommes.

Outre les applications de la physiologie à la médecine, cet ouvrage contient encore l'histoire des principales découvertes physiologiques, habituellement omise dans les livres du même genre. Il renferme, de plus, des résumés d'anatomie précédant l'étude des fonctions de chaque organe. Cette dernière méthode était suivie par les anciens auteurs : on tend avec raison à y revenir aujourd'hui. L'anatomie et la physiologie sont inséparables sur beaucoup de points, et il est souvent impossible de bien comprendre la seconde de ces sciences sans avoir présents à l'esprit les enseignements de la première.

Les belles gravures qui accompagnent ce traité ont été prodiguées avec un luxe fort rare dans les publications analogues. Un grand nombre ont été dessinées sous la direction d'un des plus savants anatomistes des Universités allemandes, M. le Professeur Luschka. Plusieurs nous ont été cédées par M. le docteur Fort, dont l'habileté anatomique est bien connue.

Il est facile de voir, en parcourant ce livre, qu'il n'est pas un simple travail d'érudition, mais bien une œuvre originale sur plusieurs points. Lorsque l'auteur a eu à exposer ses idées, il ne l'a fait qu'après les avoir contrôlées autant que possible à son laboratoire. La bienveillance avec laquelle ses précédentes publications ont été accueillies en France et à l'étranger lui faisait un devoir de ne reculer devant aucune recherche pour rendre cet ouvrage intéressant et utile. S'il n'a pas su réussir, la faute n'en est certainement pas au sujet, car rien n'est plus vrai, quelque sens qu'on y attache, que ces paroles mises par un poëte dans la bouche de l'un de ses personnages : « Il y a bien des choses merveilleuses en ce monde, mais nulle n'est plus merveilleuse que l'homme. »

PHYSIOLOGIE HUMAINE.

INTRODUCTION.

MARCHE ET PROGRÈS DE LA PHYSIOLOGIE

DEPUIS L'ANTIQUITÉ JUSQU'A NOS JOURS.

État des sciences dans l'antiquité grecque et romaine. — La physiologie et l'anatomie avant Galien. — Influence de cet anatomiste. — La science au moyen âge. — Culture des sciences chez les Arabes. — Vésale et les physiologistes de la Renaissance. — Harvey, Haller et les physiologistes modernes. — Secours fournis par les sciences expérimentales à la physiologie. — Influence de la physiologie sur les progrès de la médecine. — Application des connaissances scientifiques à l'étude de la marche exacte des maladies et de l'action réelle des remèdes. — Résultats produits par les applications d'un petit nombre de principes scientifiques. — Indestructibilité des forces et de la matière. — Conclusion.

I.

Pour bien apprécier les progrès d'une science, il est nécessaire de jeter les yeux en arrière et de comparer ce qu'elle était autrefois à ce qu'elle est aujourd'hui. Ce n'est qu'en étudiant les difficultés contre lesquelles le génie de l'homme s'est heurté pendant des siècles, qu'on peut comprendre la marche habituelle de l'esprit humain et saisir le principe des méthodes qui conduisent aux grandes découvertes.

A une époque que la géologie moderne fait remonter à des milliers de siècles, les êtres qui furent nos aïeux apparurent pour la première fois à la surface du globe. Loin de ressembler à ces poé-

tiques images que nous tracent les fictions antiques, les premiers hommes furent d'ignorants sauvages, ne connaissant d'autre loi que la force, et disposés à toujours attribuer à des divinités méchantes, les phénomènes qu'ils ne pouvaient comprendre. Réfugiés au fond des bois, une caverne disputée aux hôtes des forêts leur servait de demeure; quelques fragments de silex grossièrement taillés, dont on retrouve aujourd'hui les débris, constituaient leurs armes.

Sous l'influence de ses besoins croissants, l'homme se perfectionna et l'industrie naquit; les arts la suivirent, les sciences vinrent ensuite.

Bornées pendant une longue série de siècles à de vaines hypothèses sur la nature des choses, les sciences ne furent d'abord que d'inutiles spéculations étrangères à la connaissance réelle des lois de l'univers.

Longtemps il en fut ainsi, et à l'époque la plus florissante de l'antiquité grecque et romaine, à cet âge où l'homme, maître du monde, pouvait croire que jamais une civilisation supérieure n'effacerait la sienne, les sciences expérimentales n'étaient pas nées.

Considérée comme indigne d'un esprit instruit, l'expérimentation faisait place aux hypothèses des philosophes, et jamais les plus illustres penseurs d'Athènes et de Rome ne soupçonnèrent que les applications de quelques expériences pourraient transformer complétement les conditions d'existence de la masse des hommes.

Personne ne songeait à rechercher les causes réelles des phénomènes de la nature, et, comme aux premiers âges de l'humanité, il semblait plus simple aux philosophes de tout expliquer par l'influence mystérieuse de volontés supérieures : Jupiter lançait la foudre, Cérès faisait mûrir les moissons, aux sources de chaque fleuve vivait une naïade. L'antiquité remplissait la nature de ses dieux.

Et cette tendance de l'esprit humain à vouloir tout rapporter à des causes mystérieuses est si naturelle, que sur bien des points elle subsiste encore. A Phœbus conduisant le soleil, le savant moderne a substitué l'attraction, guidant un globe de feu soumis à d'invariables lois. Il a ravi la foudre à Jupiter et chassé Neptune

de son humide empire; mais pour tous les phénomènes qu'il ne comprend pas, bien souvent encore il les explique par ces puissances mystérieuses : la nature, le hasard, dont cependant il ne sait rien.

Les savants de l'antiquité ne possédèrent que des notions peu étendues sur l'anatomie des animaux en général et en particulier sur celle de l'homme. Hippocrate ne connut guère que l'ostéologie et le siége des principaux viscères. Quant à la physiologie, elle était tout à fait dans l'enfance; les fonctions des nerfs et des vaisseaux étaient complétement méconnues.

Aristote eut cependant des connaissances plus précises que celles de ses prédécesseurs; il disséqua beaucoup d'animaux et fit même des expériences de physiologie.

300 ans avant Jésus-Christ, le Musée d'Alexandrie, fondé par les Ptolémées, possédait des collections d'os et de squelettes humains, et l'anatomie y était enseignée. Des savants de cette école il ne nous reste guère que les noms des médecins Érasistrate et Hérophile, qui firent des recherches remarquables sur le système nerveux. Ce dernier découvrit une partie du cerveau, à laquelle il a laissé son nom.

Il faut arriver à Galien pour voir l'anatomie et la physiologie commencer à devenir des sciences réelles. Galien naquit dans l'Asie-Mineure 130 ans après Jésus-Christ. Aussi physiologiste qu'anatomiste, il réalisa à lui seul plus de découvertes que tous ses prédécesseurs. S'il disséqua des cadavres humains, il dut en disséquer fort peu, mais il étudia des animaux voisins de l'homme et composa un traité d'anatomie *De usu partium*, qui, pendant plus de mille ans, resta sans rival.

II.

Lorsque l'Empire romain croula sous les coups répétés des Barbares, une nuit épaisse envahit l'Europe. Les nouveaux peuples établis sur les ruines de ce vaste Empire mirent dix siècles à se créer une civilisation et une langue nouvelles, avec les débris de la langue et de la civilisation détruites. Pendant ces dix siècles, l'ignorance la plus profonde régna en maître.

Repoussées par la religion nouvelle comme inutiles ou dangereuses, considérées comme un objet de luxe par les philosophes, les sciences ne trouvèrent, en ces âges barbares, que de bien rares adeptes.

Sous prétexte de détruire l'idolâtrie, l'empereur Justinien proscrivait les savants et fermait les écoles. Saint Grégoire regardait les études profanes comme contraires à la religion, et lorsqu'à l'âge de quarante ans Charlemagne voulut apprendre à lire, il eut peine à trouver un précepteur.

Le moyen âge vécut sur l'autorité des noms : Aristote pour les sciences physiques et naturelles, Hippocrate pour la médecine, Galien pour l'anatomie.

Le respect des noms et de l'autorité, le dédain de l'expérience suffisent à caractériser cette sombre époque. L'autorité des noms faisait loi absolue, et nul n'aurait osé contredire les assertions d'un maître. Dans les écoles de médecine on se bornait à répéter et à commenter Galien, et si quelques rares professeurs, après avoir eu par hasard l'occasion de disséquer un cadavre humain, reconnaissaient que Galien s'était trompé sur quelque point, ou ils se taisaient, ou, s'ils osaient parler, plutôt que d'accuser le maître d'erreur, ils assuraient que les organes de l'homme ont dû se modifier depuis l'époque à laquelle écrivait le célèbre anatomiste. Enseignées de cette sorte, l'anatomie et la physiologie firent bien peu de progrès pendant mille ans.

Durant les dix siècles d'ignorance que l'Europe traversa avant d'arriver à l'époque qu'on a nommée la Renaissance, le flambeau des sciences n'était pas éteint partout. En Orient il brillait d'un vif éclat. Une civilisation nouvelle, créée par les Arabes, étendait au loin son empire. Partout où les disciples du Coran plantaient leur bannière, en Perse, en Syrie, en Arabie, en Espagne, à une époque où les rois de France ne savaient pas lire, les Universités de Bagdad, Séville, Tolède, Grenade et Cordoue attiraient des milliers d'étudiants de tous les points de l'univers. Dans tous les lieux où passaient les Arabes, ils recueillaient les monuments des sciences et des arts. Malheureusement les guerres intestines, les croisades et

enfin la conquête de l'Espagne par Ferdinand ruinèrent cette civilisation brillante, à laquelle peu d'historiens ont su rendre justice. Les Arabes ne furent pas de simples compilateurs, comme on l'a souvent répété : ils furent une nation éclairée bien supérieure aux autres nations contemporaines, et aucun peuple ne produisit plus de travaux dans un espace de temps si court.

Ce n'est qu'au quinzième siècle que les ténèbres du moyen âge commencent à se dissiper. Gutenberg découvre l'imprimerie, Christophe Colomb révèle un nouveau monde, Luther émancipe la pensée religieuse, et devant les découvertes scientifiques se multipliant chaque jour, l'autorité du nom, des doctrines et des croyances commence à disparaître.

L'astronomie montre que, loin d'être le centre de l'univers, la terre n'est qu'un imperceptible atome perdu dans des myriades de mondes qui lui sont supérieurs en étendue. La géologie enseigne que notre globe est le résultat d'innombrables transformations opérées pendant des milliers de siècles; l'étude des débris cachés dans son sein prouve que ses habitants ne sont arrivés que par des perfectionnements successifs aux formes actuelles, et la physiologie fait connaître quelques-unes des lois auxquelles sont soumis le développement et les fonctions des êtres.

Ce fut un jeune homme de vingt-huit ans, André Vésale, qui, au milieu du seizième siècle, secoua le joug des traditions anatomiques et fit entrer cette science dans une voie nouvelle. Il osa, le premier, écrire que Galien avait commis en anatomie de nombreuses erreurs, que l'illustre médecin n'avait jamais disséqué de cadavres humains, et, le scalpel à la main, il composa un livre *De corporis humani fabrica*, qui est un admirable chef-d'œuvre. Vésale peut être considéré comme le fondateur de l'anatomie et de la physiologie modernes. Plusieurs de ses contemporains, Eustache, Fallope etc., furent d'illustres anatomistes.

Au commencement du dix-septième siècle, le médecin anglais Harvey découvrit la circulation du sang et fit faire ainsi un pas immense à la physiologie.

En 1760, Haller, tout à la fois savant et poëte, réunit les maté-

riaux épars de la physiologie et écrivit un traité complet sur cette science. Ses successeurs, Blumenbach, Treviranus, Bichat, Magendie, Burdach, Tiedemann, Müller, Carus, Bischoff, Purkinje, Valentin etc., font partie de l'époque contemporaine.

III.

Notre intention étant de tracer dans cet ouvrage l'histoire des principales découvertes physiologiques, nous n'avons pas à nous en occuper ici. Nous croyons néanmoins utile d'indiquer en quelques lignes l'influence exercée par les découvertes des sciences sur les progrès de la physiologie et la marche imprimée par la physiologie elle-même à la médecine. Toutes les sciences se tiennent en réalité, et les progrès des unes sont intimement liés aux progrès des autres.

Avant les progrès de la chimie, l'explication des phénomènes de la digestion et de la respiration était impossible. On n'aurait pu comprendre le mécanisme de la vue et de l'audition sans une étude approfondie de l'acoustique et de l'optique. La mécanique nous a révélé les lois de la circulation et de la locomotion, et sans la découverte du microscope, la structure intime de nos tissus serait encore profondément inconnue.

Appuyée sur les découvertes des autres sciences, la physiologie progresse rapidement et ouvre à l'homme des horizons toujours nouveaux. Les instruments perfectionnés de la physique donnent aux recherches expérimentales la plus admirable précision. L'ophthalmoscope permet à l'observateur d'examiner ce qui se passe dans les parties de l'œil les plus cachées. Le cardiographe se charge d'écrire lui-même les plus secrets mouvements du cœur. Le sphygmographe trace les battements des artères, et l'influence de la plus légère impression morale sur la circulation, il la traduit. Le phonautographe répète en langage écrit les délicates variations de la voix humaine, et au moyen d'appareils fort simples on arrive à déterminer la vitesse de la volonté et de la sensation à travers les nerfs, vitesse qui ne dépasse pas 30 mètres par seconde, c'est-à-dire celle d'une locomotive. Mesurer au compas un phénomène

aussi immatériel en apparence que la volonté et les sensations, quel bouleversement de toutes les vieilles idées métaphysiques !

La physiologie n'admet plus comme vrai que ce qui peut être rigoureusement démontré. Dédaignant les théories et les hypothèses, elle ne reconnaît que l'expérience et l'observation pour maîtres. Grâce à son concours, la médecine, qui fut pendant longtemps la plus incertaine des sciences, celle qui possédait le moins de faits dont on connût la loi, s'appuie maintenant sur des données de plus en plus précises.

L'étude approfondie de la physiologie a rendu intelligibles le mécanisme et la cause de phénomènes morbides complétement obscurs autrefois. On comprend pourquoi un organe ne fonctionne plus quand on connaît bien les conditions de son fonctionnement, de même que l'intelligence parfaite des diverses parties d'une machine fait immédiatement découvrir les causes de son dérangement.

N'eût-elle fait qu'emprunter à la physiologie ses méthodes d'investigation rigoureuses, la médecine lui devrait encore beaucoup. C'est en partie à son influence qu'est dû l'abandon de ces associations barbares de médicaments hétérogènes qui constituaient autrefois les principales ressources de l'art de guérir et faisaient écrire, il y a quelques années, à un illustre praticien : « La thérapeutique « classique n'est qu'un ramassis de ce que les théories de tous les « temps ont produit de plus absurde et de plus contradictoire. »

Comment se rendre compte, en effet, de l'action d'un mélange de substances différentes lorsqu'il est si difficile de connaître complétement les propriétés d'une seule, et quand nous voyons des médicaments, tels que l'opium, simples en apparence, composés en réalité de substances ayant des propriétés absolument contraires !

Sur tous les points, nombreux encore, où la physiologie n'est pas assez avancée pour servir de base à la médecine, cet art n'a que la routine la plus aveugle pour guide. « La médecine expéri- « mentale que je veux vous enseigner, disait récemment notre « illustre physiologiste Claude Bernard à ses auditeurs du Collége « de France, n'est pas encore définitivement constituée, mais on « la pressent et on la voit poindre à l'horizon scientifique. Aujour-

« d'hui, après 23 siècles de pratique et d'enseignement, la science « médicale en est à se demander si réellement elle existe *. »

Dès le commencement de ce siècle, le physiologiste dont le nom a jeté à cette époque le plus vif éclat, l'illustre Bichat, proclamait l'incertitude des bases sur lesquelles repose la médecine, dont il disait : « Incohérent assemblage d'idées incohérentes, elle « est peut-être de toutes les sciences physiologiques celle où se « peignent le mieux les travers de l'esprit humain. Que dis-je? « Ce n'est point une science pour un esprit méthodique, c'est un « ensemble d'idées inexactes, d'observations aussi bizarrement « conçues que fastidieusement assemblées **. »

Depuis l'époque où écrivait Bichat, les progrès de la physiologie ont été tels que la tradition médicale battue en brèche de toutes parts ne compte même plus pour défenseurs les savants dont la mission semblerait être de la conserver.

« La foi dans le corps des doctrines est ébranlée, écrivait récem- « ment un érudit professeur de la Faculté de Paris, M. le docteur « Lorain; ce que l'on sait positivement paraît peu de chose auprès « de ce que l'on avoue ignorer. Le passé n'est plus défendu ni « défendable, l'art médical est ébranlé, soulevé par la science qui « pointe. Jamais les dogmes n'ont été si peu, si mal soutenus; le « doute rend la défense faible et la foi rend l'attaque violente et « incessante. Quiconque croit dans la médecine scientifique déserte « la tradition classique et cherche par des moyens nouveaux et ap- « propriés à faire une nouvelle médecine, qui ne soit plus un art « conjectural ***. »

Que faire, en effet, contre les maladies quand la physiologie ne vient pas nous éclairer sur leur mécanisme et leurs causes? Combattre des symptômes pour satisfaire la légitime impatience du malade? Mais qui ne sent que c'est là une thérapeutique aussi grossière que celle qui se bornerait à calmer la douleur produite par la présence d'un corps étranger dans un membre sans cher-

* Claude Bernard, *La médecine d'observation et la médecine expérimentale. Revue des cours*, année 1869, p. 99 et 101.

** Cité par Gubler: *Le passé et l'avenir de la thérapeutique*, p. 291.

*** Lorain, *La médecine scientifique.* Leçons faites à l'hôpital Saint-Antoine et reproduites dans la *Revue des cours*, avril 1870, p. 182.

cher à extraire ce corps? Si, au moins, en calmant la souffrance, on était certain d'être utile au malade, mais bien souvent il n'en est rien. La saignée soulage les individus atteints de pneumonie, mais elle augmente considérablement leurs chances de mort. Aussi voyons-nous les pathologistes les plus instruits reconnaître que dans un grand nombre de maladies l'abstention est moins dangereuse * qu'une thérapeutique où tout est obscurité et incertitude.

Le praticien comprend l'utilité de la méthode, et apprend à ne plus considérer comme des lois de chimériques hypothèses, quand il voit combien les progrès de la physiologie ont bouleversé en quelques années ses plus solides croyances. Il y a peu de temps encore, lorsqu'on voulait prouver l'utilité de l'intervention médicale, on citait volontiers la saignée dans la pneumonie, moyen héroïque sans doute, puisque en y ayant recours on ne perdait que 27 malades sur 100. Mais un jour quelques médecins physiologistes se demandèrent si affaiblir le malade est un moyen bien efficace de le guérir; ils essayèrent de laisser simplement agir la nature, et la mortalité descendit à 7 p. 100; d'autres, plus physiologistes encore, comprirent que pour permettre au malade de résister à la maladie, il faut soutenir ses forces : ils administrèrent des toniques, l'alcool notamment, et la mortalité se réduisit à 3 p. 100 **.

De même, hélas! dans un grand nombre de maladies, de même dans le traitement de la fièvre typhoïde par les innombrables médicaments préconisés contre elle, de même aussi des affections du cœur notamment, si uniformément traitées il y a quelques années, alors qu'elles réclament les traitements les plus opposés suivant

* « On doit se rappeler, écrit Niemeyer à propos de la pneumonie, qu'abandonnée « à elle-même cette affection se termine presque toujours par la guérison si les indi- « vidus atteints sont robustes et si la maladie n'est pas trop intense par elle-même. « Il n'y a pas très-longtemps que l'on connaît ce fait, et c'est à la méthode expec- « tante de Vienne que nous devons ce précepte essentiel, que la pneumonie exige « par elle-même tout aussi peu une intervention active que l'érysipèle, la variole, la « rougeole et *autres maladies à marche constante* quand elles frappent des individus « sains auparavant, et suivent leur cours sans complication et avec une intensité mo- « dérée. Bien plus, il est démontré qu'une intervention violente exerce une influence « défavorable sur la marche de la maladie » (*Pathologie interne*, 7e édit., t. I, p. 222).

** Ces chiffres sont le résumé d'un grand nombre d'observations. On en trouvera le détail dans les *Leçons de clinique médicale* de Jaccoud.

les cas, ainsi que l'a prouvé une étude approfondie des fonctions de cet organe. De même encore dans le traitement classique de la péritonite : « Tel fut le remède, dit au sujet de cette affection le « professeur Niemeyer, tel fut le remède, les patients mouraient et « personne n'est venu demander s'il y avait des guérisons. Si l'on « fait l'autopsie d'individus morts d'une péritonite traitée suivant la « routine, on trouve ordinairement le cœur et les vaisseaux telle- « ment exsangus, que l'on est tenté de mettre la mort bien plus sur « le compte du traitement que sur celui de la maladie elle-même.* » Que de malades, victimes de ces médications prétendues héroïques auxquelles on n'ose pas toucher encore faute de savoir par quoi les remplacer!

Mais, ainsi que nous l'avons dit, les progrès de la physiologie font entrer la médecine dans une voie nouvelle; grâce aux secours fournis par les sciences expérimentales, les phénomènes morbides et l'action des médicaments sont enregistrés avec la plus rigoureuse exactitude et la physiologie apprend à les interpréter.

Expliquer les phénomènes des maladies et l'action des remèdes, en prenant toujours la physiologie pour guide, tel sera le but que nous poursuivrons dans les diverses parties de cet ouvrage consacrées aux applications médicales. Nous aurons surtout en vue la recherche des causes. Leur connaissance donne, en effet, les moyens non-seulement de traiter souvent les maladies avec succès, mais encore de s'en préserver.

Sans doute, même avec le concours de la physiologie, la thérapeutique est un art bien incertain encore. Mais ce n'est que d'hier que la médecine emprunte aux sciences positives leurs moyens d'investigation. Le médecin ne se contente plus des vagues indications fournies par l'examen du pouls dans les maladies: il enregistre le mouvement des artères au moyen d'appareils spéciaux, étudie la température exacte du corps avec le thermomètre, analyse les modifications de composition qu'éprouvent les secrétions, recherche, par la percussion et l'auscultation, ce qui se passe dans les profondeurs de l'organisme et arrive souvent ainsi à déterminer avec une entière exactitude la nature et le siége des maladies. Il ne se con-

*Niemeyer, *loc. cit.*, t. I, p. 755.

tente plus de savoir, comme autrefois, que l'oreille, l'œil, le poumon, le cœur sont malades; il faut qu'il sache quelles parties de ces organes sont atteintes, et quand, à l'aide de ces méthodes rigoureuses d'investigation, il veut étudier l'action des médicaments et la marche des maladies, il peut le faire souvent avec autant de précision que le physicien analysant, au moyen d'appareils mécaniques, la marche d'un phénomène. A l'époque où l'on ne possédait qu'une connaissance imparfaite des fonctions des organes et où les procédés de diagnostic empruntés aux sciences exactes n'existaient pas, l'art de guérir ne pouvait que rester dans l'enfance.

IV.

Nous avons répété plusieurs fois dans ce qui précède que l'expérience et l'observation doivent seules guider le physiologiste. En faut-il conclure que la science n'est qu'un amas de faits groupés au hasard? Nullement. Les faits sont simplement les matériaux avec lesquels l'architecte édifie un monument. Ils mènent à la connaissance de ces lois générales qui transforment les sciences et conduisent elles-mêmes aux plus brillants résultats. Il suffit de jeter les yeux sur l'histoire des découvertes scientifiques depuis un siècle pour en trouver de nombreuses preuves. Le principe de l'indestructibilité de la matière, par exemple, a renouvelé la chimie; celui de l'indestructibilité des forces a changé la face de la physique et transforme actuellement celle de la physiologie. Les forces sont, comme la matière, indestructibles; elles se transforment, mais ne sauraient périr. Brûlez un fragment de papier, puis recueillez les gaz qui se dégagent, les cendres qui restent comme résidu, et vous retrouverez exactement le poids du papier. La matière est absolument indestructible, et tous les agents dont l'homme dispose ne peuvent que la transformer sans en altérer l'essence. Ce sont les mêmes éléments qui ont formé les habitants du globe depuis leur origine; ils roulent dans l'espace en se transformant sans cesse, indestructibles sous leur périssable forme.

Il en est de même des forces : lumière, chaleur, mouvement, électricité etc. Elles changent continuellement de nature sans jamais rien perdre de leur énergie.

Laissez tomber d'une certaine hauteur un corps pesant, une balle de plomb par exemple. En touchant le sol, ce corps perd le mouvement dont il était animé, mais il s'échauffe aussitôt. Le mouvement perdu en apparence s'est, en réalité, transformé en chaleur. On pourrait même, en recueillant cette chaleur, s'en servir pour ramener le corps à une hauteur précisément égale à celle d'où il est tombé. La quantité de chaleur produite par le choc est donc exactement *équivalente* à la quantité du mouvement perdu. Si la terre s'arrêtait dans sa course, la chaleur engendrée par cet arrêt de mouvement serait suffisante pour la réduire en vapeur. Rien ne meurt dans la nature. Indestructibles comme la matière, les forces sont éternelles.

Sans doute, on n'arrive à la découverte de ces lois générales dont toutes les sciences découlent, que par l'observation des faits; mais, pour en faire jaillir la lumière, il faut savoir les interpréter. Le simple observateur ne voit rien au delà des faits, et le lien qui les rattache entre eux lui échappe; l'observateur philosophe recherche les lois générales dont les faits sont esclaves.

L'homme qui vit pour la première fois le soulèvement du couvercle d'une marmite remplie d'eau bouillante ne soupçonnait pas que l'étude approfondie de ce phénomène conduirait à l'invention de la machine à vapeur. L'observateur auquel le hasard révéla qu'un morceau d'ambre frotté attire les corps légers, ne pensait guère qu'il tenait entre ses mains cette puissance merveilleuse qui sous le nom d'*électricité*, devait un jour transmettre la pensée d'un monde à l'autre, avec la vitesse de la lumière.

Des milliers d'hommes avaient regardé, dans les églises, les lentes oscillations des lampes suspendues, et cette observation ne leur avait rien appris; vint un penseur, et de ce phénomène sans importance pour le vulgaire, il sut tirer une des plus admirables découvertes de la physique moderne, celle sur laquelle repose l'art de mesurer le temps, montrant ainsi toute la distance qui sépare l'observateur qui ne sait voir que les faits, du philosophe qui découvre la loi qui les régit.

LIVRE I.

Origine de la Vie. — Éléments des Organes.

CHAPITRE PREMIER.

ORIGINE DE LA VIE.

STRUCTURE DES ORGANES ET APERÇU DE LEURS FONCTIONS.

Matériaux qui composent les êtres vivants. — Origine de la vie. — Transformation d'une cellule en animal parfait. — Métamorphoses des espèces. — Principes élémentaires et immédiats du corps. — Structure intime des divers tissus. — Activité continuelle des éléments des organes. — Réparation des pertes qu'ils éprouvent. — Appareils digestif, circulatoire et respiratoire. — Transformations subies par les corps après la mort. — Passage de la matière organisée à l'état minéral. — Retour des substances minérales sous les lois de la vie.

I.

Les êtres organisés qui peuplent l'univers sont formés de matériaux identiques empruntés au milieu où ils vivent.

Les éléments qui constituent tous les organes sont en petit nombre; sur une soixantaine de corps simples que le chimiste est parvenu à isoler, une quinzaine seulement servent à former la trame de tous les tissus.

Il y a loin de la matière minérale à la matière organisée, et bien que dans ces dernières années le savant soit arrivé à fabriquer artificiellement quelques-uns des corps qu'on affirmait autrefois ne pouvoir être engendrés que sous les lois de la vie, la science est

impuissante à expliquer sous l'influence de quelles forces mystérieuses la substance minérale s'organisa pour la première fois.

Comment naquit le premier être et quel fut cet être? A combien de milliers de siècles faudrait-il remonter pour voir les flancs de l'éternelle matière s'ouvrir et lui donner naissance?

Sans doute, à l'époque où notre planète fut suffisamment refroidie pour que la vie pût s'y manifester, la nature essaya de nombreuses ébauches avant d'engendrer des êtres capables de se perpétuer; mais de ces métamorphoses étranges, nous ne pouvons rien dire. A notre horizon borné, la nature intime des choses échappera toujours. Dans ce conflit de forces bienfaisantes et nuisibles, clairvoyantes et aveugles, qui mènent le monde, la science ne parvient qu'à constater des effets, sans pouvoir remonter à leurs causes. Des diverses hypothèses imaginées pour expliquer l'origine de la vie, aucune n'a pu soutenir l'examen.

Nous ignorons par quels changements successifs la matière minérale s'est trouvée transformée un jour en matière vivante; mais les progrès de l'embryologie nous permettent de mieux comprendre comment les êtres inférieurs ont pu s'élever graduellement aux formes actuelles. Des transformations semblables se passent journellement sous nos yeux. L'œuf et l'animal qui en dérive ne présentent aucune espèce d'analogie. Le premier est simplement constitué par une vésicule remplie d'un liquide granuleux. Lorsqu'il a été fécondé, son contenu se fractionne en plusieurs cellules, qui, en se multipliant et en se transformant, donneront naissance aux organes. Très-simples au début de leur existence, ces organes deviendront plus compliqués ensuite, et en un temps très-court l'œuf aura subi des métamorphoses qui le feront passer par une série de formes de plus en plus élevées, jusqu'à l'état d'animal parfait. Ces perfectionnements progressifs peuvent facilement s'observer chez l'embryon humain. Son système nerveux, d'abord constitué par une simple ligne dorsale comme celui des poissons, revêt successivement la forme du système nerveux des reptiles et des oiseaux, pour arriver enfin à la perfection qui caractérise le cerveau de notre espèce, passant ainsi en quelques mois par tous les degrés de la série des êtres.

Pendant les diverses phases de leur vie embryonnaire, tous les animaux présentent ainsi les analogies de structure les plus intimes avec les animaux inférieurs à l'état adulte. D'après les belles recherches de Serres, de Coste et d'Agassiz, les êtres inférieurs ne sont que les embryons immobilisés des êtres placés au-dessus d'eux. L'homme lui-même, dernier anneau d'une chaîne dont l'origine se perd dans la nuit des temps, revêt successivement pendant les neuf mois qui précèdent sa naissance les formes des races animales qu'il dominera un jour. De l'état de simple cellule, où la vitalité ne se manifeste que par d'incertaines lueurs, il s'élève par une suite continue de métamorphoses à l'état d'animal parfait, mais n'acquiert le privilége de la supériorité hiérarchique qu'après avoir passé par tous les degrés de la série des êtres.

Les découvertes de l'embryologie et l'étude récente de l'influence de l'hérédité et du milieu sur les races vivantes n'ont pu éclaircir le mystère de l'origine de la vie, mais elles ont jeté une vive lueur sur les lois qui président à la succession des races. On croyait autrefois que l'espèce animale est immuable et ne varie jamais. La terre, dans cette hypothèse, aurait éprouvé plusieurs bouleversements successifs, à la suite desquels des animaux nouveaux auraient été créés pour remplacer ceux disparus, et l'homme serait venu le dernier d'entre eux.

La théorie nouvelle est bien plus scientifique et plus philosophique. Les formes des animaux, dit-elle, se modifient lentement sous l'influence du milieu. Aucun cataclysme n'a désolé le monde entier et jamais la terre n'a été complétement bouleversée. Les changements qui se sont opérés à sa surface se sont accomplis graduellement, et graduellement aussi se sont transformés les animaux qui l'habitent. L'homme descend des êtres inférieurs qui l'ont précédé.

Rien ne prouve, dit un de nos plus savants géologues, M. d'Archiac, que l'homme soit la fin ou le dernier mot de la création, qu'il en soit, comme on dit, le couronnement.

Rien ne le prouve, en effet, et même si les lois du passé restent celles de l'avenir, nous pouvons prédire avec certitude qu'aucun être vivant ne transmettra sa ressemblance inaltérée aux âges fu-

turs. La plupart des espèces actuelles disparaîtront, ainsi qu'ont disparu celles qui les ont précédées, et l'homme disparaîtra aussi pour faire place à des êtres sans doute plus parfaits.

Car tout change et se transforme dans la nature. Ce que l'être vivant est aujourd'hui il ne le sera plus demain, et dans un temps très-court il ne contiendra aucun des éléments qui le constituaient d'abord. Si les formes extérieures persistent, c'est que les conditions de la vie ne varient pas. Lorsqu'elles viennent à changer, l'animal change aussi et ses organes se modifient au gré des besoins qu'ils éprouvent. Les ailes de l'oiseau qui ne vole plus deviennent rudimentaires, l'œil du poisson s'atrophie dans l'obscurité. L'organe qui s'exerce se perfectionne, au contraire, et les modifications qu'il subit étant héréditaires, l'animal finit à la longue par acquérir des attributs nouveaux.

Et si, parcourant une collection d'animaux fossiles et contemplant ces êtres aux formes étranges, si différents de ceux que nous voyons aujourd'hui, vous vous demandez comment il se peut faire qu'il y ait parenté entre des espèces si dissemblables, rappelez-vous que les transformations ont été bien lentes et que ce ne sont pas les termes extrêmes de cette échelle qu'il faut comparer entre eux, mais bien les termes intermédiaires.

Sans doute, depuis le commencement des périodes historiques, on n'a jamais vu se former une espèce animale par la transformation d'une espèce voisine, mais que sont les quelques milliers d'années qui nous séparent des temps dont la tradition a gardé la mémoire, auprès des milliers de siècles qui se sont écoulés depuis le jour où la terre fut habitée pour la première fois? La nature ne procède que lentement. Les petites différences s'accumulent graduellement, et ce n'est qu'après de longues séries de siècles que la transformation est complète.

La vie s'était depuis longtemps montrée sur la surface du globe et bien des races vivantes s'y étaient succédé quand l'homme parut pour la première fois. L'époque de cette apparition se perd dans l'océan des siècles. Les découvertes de la géologie moderne nous montrent nos premiers pères contemporains de ces races dispa-

rues dont nous ne connaissons l'existence que par leurs débris. Ils ont vécu pendant la période où le mammouth habitait nos forêts, où l'hippopotame se baignait dans nos fleuves, où l'ours et l'hyène se cachaient dans nos cavernes. Suivant M. de Quatrefages, l'espèce humaine aurait existé vers la fin de la période tertiaire, il y a certainement plus de cent mille ans.

Il y a loin, sans doute, des Européens de nos jours aux hommes de ces lointaines époques. Une cabane construite dans l'eau, sur pilotis comme celle des castors, et dont on retrouve encore des débris, telles étaient leurs demeures; des silex taillés et emmanchés d'un bâton, telles étaient leurs armes.

Déjà, cependant, il cherchait à occuper ses loisirs, l'homme des premiers temps. Des dessins grossiers récemment trouvés sur des ossements de mammouth, qui témoignent de leur antiquité, témoignent aussi du goût qu'eurent pour les arts les sauvages qui sont nos aïeux.

Pendant longtemps peut-être, l'homme fut obligé de disputer sa proie aux hôtes des forêts; mais roi par l'intelligence, il devint bientôt le maître absolu de toute la création. Il appliqua alors la loi du plus fort, et tua tout ce qu'il ne put dompter. Tuer pour vivre, loi terrible que l'insensible nature enseigne à tout être auquel elle donne l'existence. L'oiseau dont le chant harmonieux nous fait rêver, l'insecte qui se cache sous l'herbe embaumée, sous peine de mort ils doivent détruire jusqu'à ce qu'ils soient détruits à leur tour. La nature ne connaît pas la pitié. Elle fait périr le faible au profit du fort, et l'univers n'est en réalité qu'un éternel champ de bataille *.

II.

Les substances minérales telles que l'oxygène, le carbone etc., auxquelles tous les êtres peuvent être ramenés par des décomposi-

* Les premières pages de ce chapitre sont le résumé de recherches que nous avons publiées ailleurs. Le lecteur qui voudra approfondir ces intéressantes questions pourra consulter entre autres ouvrages : Darwin, *De l'origine des Espèces.* — Agassiz, *Lectures on comparative Embryology; Principles of geology; Recherches sur les ossements fossiles.* — Serres, *Principes d'Embryogénie; Recherches d'anatomie transcendante.* — Coste, *Histoire du développement des corps organisés.* — Gustave Le Bon, *Physiologie de la génération* etc.

tions chimiques, constituent les *principes élémentaires* des corps. Les composés, tels que la fibrine, le sucre, l'albumine, qu'ils engendrent par leurs combinaisons, forment les *principes immédiats*. En s'associant entre eux, ces derniers donnent naissance à des corps de structure variable, fibres, tubes etc., qu'on a désignés sous le nom d'*éléments anatomiques* et dont la réunion constitue les *tissus* qui forment la trame de nos organes.

Ces tissus sont en très-petit nombre. Les anatomistes les distinguent généralement en *tissus cellulaire*, *graisseux*, *fibreux*, *élastique*, *cartilagineux*, *osseux*, *musculaire*, *nerveux*, *épithélial* et *glandulaire*. Nous allons les passer rapidement en revue.

Le *tissu cellulaire*, appelé aussi *tissu conjonctif*, *connectif*, *lamineux*, *aréolaire*, est très-répandu dans l'organisme. Il comble les

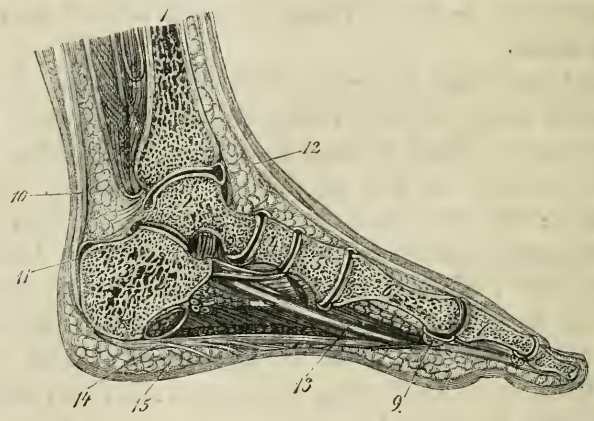


Fig. 1. — *Coupe verticale du pied d'avant en arrière, destinée à montrer comment les tissus cellulaire et graisseux comblent les vides existant entre les organes* *.

vides entre les organes et contribue à donner au corps sa régularité et sa forme. Il sert de réservoir à la graisse qui se trouve en excès dans le sang. C'est dans les mailles de ce tissu que se forment les phlegmons, les abcès, les infiltrations liquides ou gazeuses qu'on observe dans diverses maladies.

* Les tissus cellulaire et graisseux se voient à l'extrémité des lignes 12 et 15, et sur les points traversés par les lignes 9 et 14. — Les lignes 1 à 9 indiquent les divers os du pied; les lignes 8 à 11 les muscles de cet organe.

Examiné au microscope, le tissu cellulaire se présente sous l'aspect de lamelles limitant des cavités qui peuvent facilement s'observer chez les animaux de boucherie qu'on vient d'insuffler pour les écorcher. Ces lamelles se composent elles-mêmes de fibres, nommées *lamineuses*, entre lesquelles se trouvent des cellules étoilées et des vaisseaux capillaires très-abondants.

Les fibres lamineuses forment le *tissu fibreux* dont se composent

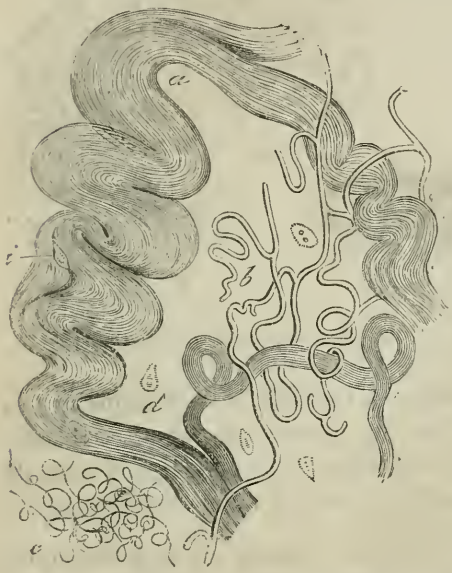


Fig. 2. — *Tissu cellulaire ou conjonctif* *.

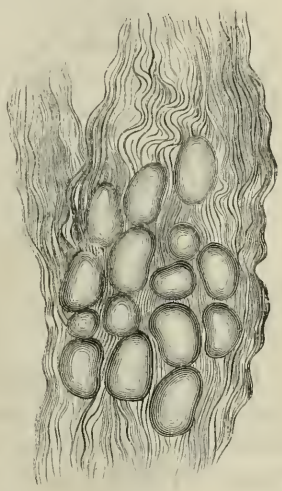


Fig. 3. — *Amas de cellules adipeuses au milieu de fibres de tissu conjonctif, vues à un grossissement de 300 fois.*

les ligaments réunissant les os et les aponévroses qui enveloppent les muscles. Elles contribuent aussi à former le *tissu élastique* qui protége les artères et se trouve interposé entre les vertèbres.

Le *tissu graisseux* est emprisonné entre les mailles du tissu cellulaire; il est formé de petits lobules jaunâtres, du volume d'un grain de millet, dont chacun résulte d'un amas de petites vésicules contenant un liquide huileux transparent.

Le tissu graisseux constitue une sorte de provision mise en ré-

* *a*) Faisceau de fibres du tissu conjonctif. — *b*, *c*) Fibres élastiques mélangées au tissu conjonctif. — *i*, *d*) Corpuscules du tissu conjonctif.

serve par l'économie pour être utilisée au besoin. Si cette provision est insuffisante, l'amaigrissement en est le résultat. L'obésité se produit quand, au contraire, elle est en excès.

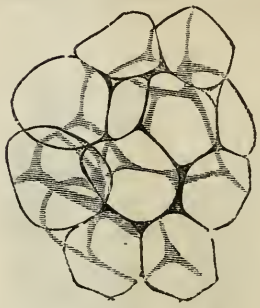


Fig. 4. *Amas de vésicules graisseuses superposées, grossies* 300 *fois.*

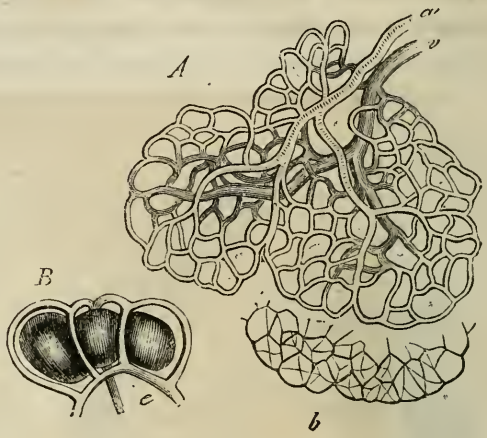


Fig. 5. — *Vaisseaux du tissu adipeux, grossis* 300 *fois* *.

Le *tissu cartilagineux* se trouve à l'extrémité de certains os tels que les côtes, ou entre les surfaces articulaires osseuses. Il est blanc, élastique et formé d'une substance amorphe, homogène, creusée de petites cavités contenant des cellules plus ou moins nombreuses.

Le *tissu osseux* constitue les os. En divisant un os quelconque, on reconnaît qu'il est formé à sa surface par une substance compacte, recouverte d'une membrane riche en vaisseaux et en nerfs nommée le *périoste*. Son intérieur est, au contraire, constitué par une substance spongieuse formée de lamelles entre-croisées. La substance compacte et la substance spongieuse ont la même structure; elles sont composées d'une matière homogène amorphe combinée avec des sels calcaires qui lui donnent de la rigidité. Elle est parcourue par des canaux abritant des vaisseaux et creusée d'un nombre considérable de petites cavités munies de prolongements étoilés, auxquels on donne le nom de *corpuscules osseux* ou *ostéoplastes*.

* A. Lobule graisseux dont on n'a représenté que les vaisseaux. — *a*) Artère — *v*) Veine. — *b*) Vésicules graisseuses du bord d'un lobule, vues séparément. — B. Disposition des capillaires à l'extérieur des lobules.

Le périoste, qui enveloppe les os, se compose de fibres élastiques et lamineuses. Il est parcouru par un grand nombre de vaisseaux et de nerfs et sécrète un liquide qui sert à l'accroissement de l'os et au besoin à sa régénération, ainsi que l'ont démontré les expériences faites dans ces dernières années. On a pu enlever le tibia

Fig. 6. — *Coupe verticale du col du fémur, destinée à montrer la structure des os.*

d'un animal en n'en conservant que le périoste, et au bout de quelques mois un nouvel os était formé. On est même parvenu à produire artificiellement des os dans des parties du corps où il n'en existait pas, en y transportant des fragments de périoste.

Le périoste n'a pas seul cette propriété : tous les tissus du corps peuvent également sécréter des liquides aptes à reproduire les

tissus d'où ils émanent. Un muscle ou un nerf coupé sécrète un liquide qui peut s'organiser en muscle ou en nerf.

Fig. 7.
*Tissu cartilagineux, vu au microscope *.*

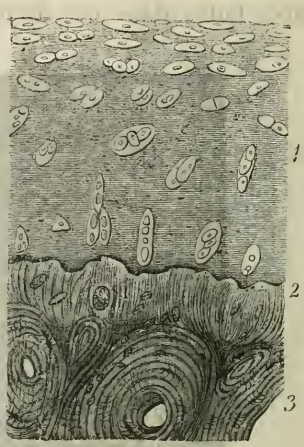


Fig. 8.
*Tissu osseux et tissu cartilagineux **.*
(Coupe verticale d'une phalange du petit doigt, grossie 120 fois.)

Le *tissu musculaire* forme les muscles qui constituent la chair des animaux ; il est composé de petites fibrilles parallèles réunies en faisceaux enveloppés chacun d'une mince membrane. Ces faisceaux forment les fibres qu'on aperçoit à l'œil nu. La réunion d'un certain nombre de faisceaux constitue le muscle, qui est lui-même revêtu d'une enveloppe.

Les fibres musculaires sont susceptibles de se contracter, c'est-à-dire de se raccourcir. En se raccourcissant, elles agissent sur les os auxquels elles sont fixées et permettent à l'animal d'exécuter des mouvements.

Le *tissu nerveux* forme le cerveau, la moelle épinière et les nerfs. Il est composé de tubes et de cellules. Les tubes sont constitués par

* 1) Tissu osseux. — 2) Couche intermédiaire au cartilage et à l'os. — 3, 3', 4, 5) Cavités creusées dans le tissu du cartilage.

** 1) Cartilage de l'articulation. — 2) Couche intermédiaire au cartilage et à l'os. — 3) Couche osseuse.

un filament central (*cylinder axis*) enveloppé d'un liquide graisseux recouvert par une membrane. Comme les fibrilles musculaires, ces tubes sont réunis en faisceaux abrités eux-mêmes par une enveloppe.

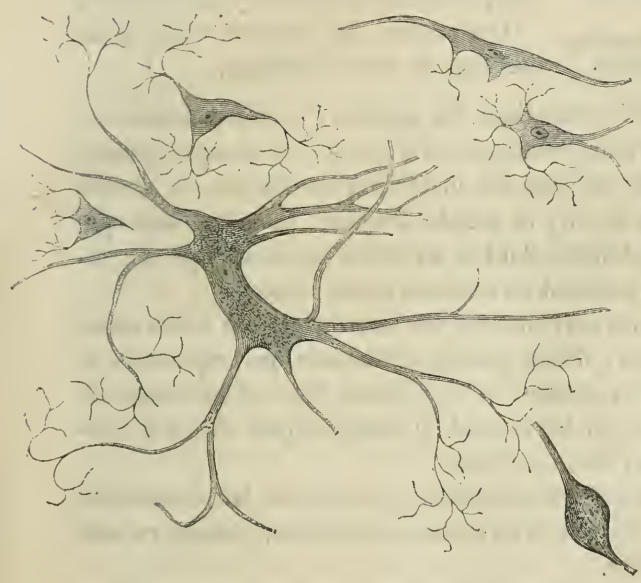


Fig. 9. — *Formes diverses de cellules nerveuses.*
(Grossies 300 fois.)

Fig. 10. *Cellules nerveuses de la couche corticale du cervelet.*
(Grossies 120 fois.)

Les cellules nerveuses ont des formes très-variées : elles sont constituées par des masses granuleuses dans l'épaisseur desquelles se trouvent des noyaux. Elles se continuent avec les tubes nerveux, ou envoient des prolongements qui les réunissent entre elles.

Le *tissu épithélial* est constitué par des cellules à noyau auxquelles on a donné des noms très-variables suivant leur forme. C'est ainsi qu'on distingue : l'*épithélium pavimenteux*, composé de

cellules anguleuses dont l'aspect rappelle celui d'une mosaïque, la peau est recouverte d'un épithélium de cette nature; l'*épithélium conique*, dont les cellules sont disposées en cônes; l'*épithélium vibratile*, formé de cellules terminées par de petits filaments doués de mouvements rapides; l'*épithélium stratifié*, composé de cellules superposées.

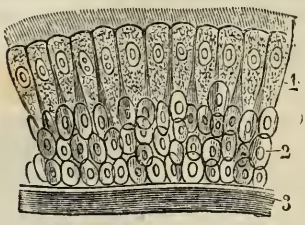


Fig. 11.
Épithélium conique à cils vibratiles stratifié de la trachée artère *.

Les ongles, les cheveux et les poils dérivent du tissu épithélial.

Le *tissu glandulaire* constitue les glandes, organes destinés à extraire du sang certains principes invariables pour chaque glande. Ainsi le rein élimine du sang les matériaux de l'urine; la glande mammaire en retire le lait; la glande salivaire, la salive, sans que jamais ces diverses glandes, dont la structure microscopique est cependant semblable, puissent en extraire autre chose.

Le tissu glandulaire est constitué par une membrane recouverte, sur une de ses faces, d'une couche épithéliale qui représente la partie sécrétante de la glande, et sur l'autre face, d'un réseau de vaisseaux capillaires qui lui portent le sang auquel elle doit emprunter les matériaux de sa sécrétion.

Les glandes ont des formes diverses, qui leur ont fait donner des noms différents. On les divise en *glandes en grappe*, *glandes en tube* et *glandes folliculeuses*.

Les *glandes en grappe* sont formées de petits sacs terminés par un canal excréteur, à l'extrémité duquel ils se trouvent placés de la même manière que les grains de raisin sont disposés aux extrémités des ramifications de la grappe. Elles sont *simples* ou *composées*, suivant qu'il y a un ou plusieurs grains à l'extrémité des petits canaux. Chaque grain, nommé *acinus*, est lui-même formé par la réunion de plusieurs culs-de-sac microscopiques. Les glandes salivaires sont un exemple des glandes en grappe.

Les *glandes en tube* sont formées de tubes fermés à une extrémité, plus ou moins longs et plus ou moins contournés sur eux-

* 1) Couche de cellules complétement développées et pourvues de cils vibratiles. — 2) Cellules profondes arrondies, qui prendront la forme conique après la chute des cellules précédentes. — 3) Derme de la muqueuse.

mêmes. Les reins et les glandes sudoripares sont des glandes de cette espèce.

Les *glandes folliculeuses* diffèrent des précédentes par ce qu'elles n'ont pas de canal excréteur. Elles sont formées par une vésicule fermée de tout côté. Les amygdales présentent cette structure.

Nous aurons occasion, dans le cours de cet ouvrage, d'étudier en détail plusieurs des tissus que nous venons d'énumérer.

III.

Lorsque les éléments des tissus sont placés dans les milieux qui conviennent à leur existence, ils vivent, c'est-à-dire qu'ils empruntent constamment à ce milieu des matériaux nouveaux et rejettent ceux usés par leur activité incessante. Ce mouvement continuel d'assimilation et de désassimilation, commencé avec la vie, ne s'éteint qu'à la mort. C'est une propriété fondamentale des êtres organisés de changer sans cesse et de ne pouvoir continuer à vivre qu'à la condition de se renouveler toujours.

C'est par l'alimentation que les éléments des corps réparent leurs pertes continuelles. Les êtres placés aux limites les plus inférieures de l'échelle vivante sont constitués par une simple cellule qui absorbe constamment les matériaux nécessaires à son entretien et rejette ceux devenus inutiles. La vie, chez elle, se borne à ce simple mouvement d'assimilation et de désassimilation.

A mesure qu'on s'élève dans la série des êtres, de nouveaux organes apparaissent, et avec eux de nouveaux besoins. Le même organe qui, chez l'animal inférieur, remplissait plusieurs fonctions différentes, ainsi que cela s'observe, par exemple, pour le polype, dont l'organisation se réduit à un sac qui digère, respire et sécrète les œufs destinés à le reproduire, n'en remplit plus qu'une seule. Un appareil digestif spécial rend assimilables les matériaux nutritifs. Un appareil circulatoire conduit à tous les organes les produits de cette assimilation, en même temps qu'il leur reprend les matières usées, pour les porter, sous forme de gaz ou de liquide, aux poumons, aux reins et à la peau, chargés de les expulser au dehors.

C'est dans le tube qui s'étend de la bouche au rectum que les aliments subissent les modifications qui les rendent susceptibles

d'assimilation. A la surface de ce tube se ramifient les extrémités de nombreux canaux qui absorbent le produit de la digestion et le conduisent au cœur, dont les contractions le lancent dans les vaisseaux destinés à le distribuer aux divers tissus.

Les matériaux nutritifs doivent servir à la rénovation des organes et en même temps produire les forces nécessaires au jeu régulier de leurs fonctions. Sous l'influence de l'oxygène de l'air, incessamment absorbé par l'appareil respiratoire, une partie de ces matériaux subit une véritable combustion, dont les résidus sont, comme les résidus des matières brûlées dans nos foyers, de l'acide carbonique et différents gaz. Le sang les entraîne aux poumons, qui les rejettent au dehors, et il absorbe en échange une nouvelle quantité d'oxygène.

Les appareils digestif, circulatoire et respiratoire sont placés sous la dépendance d'un système régulateur, le système nerveux, qui régit leur action et sert en même temps à mettre les êtres en relation avec le monde extérieur. Enfin, un appareil reproducteur permet à l'animal de transmettre la vie et de perpétuer ainsi son espèce.

IV.

Les éléments constitutifs des tissus meurent sans cesse; mais, comme ils se renouvellent également sans cesse, les organes ne subissent pas en apparence de modifications sensibles. Lorsque les mouvements d'assimilation et de désassimilation ne se font plus équilibre, la mort définitive arrive. Pour les éléments de l'être dont la personnalité disparaît, la mort n'est que le prélude d'une vie nouvelle; les tissus passent par une série de métamorphoses destinées à rendre au monde minéral les matériaux qu'ils lui avaient momentanément empruntés. Répandus dans le sol et dans l'atmosphère, ces matériaux seront bientôt absorbés par les végétaux et serviront à la formation de nouveaux êtres. La mort transforme, mais n'anéantit pas. Le moindre atome de matière ne saurait se perdre. Les molécules qui formèrent jadis le cerveau de César ou d'Hélène font peut-être, aujourd'hui, partie intégrante du corps d'un mollusque; sûrement elles existent quelque part.

Ainsi, le monde minéral et le monde organique, c'est-à-dire la matière morte et la matière vivante, sont liés par des rapports incessants. Toujours immuable dans son essence, mais toujours changeante dans sa forme, la matière roule perpétuellement de l'un à l'autre. La plante emprunte au sol et à l'atmosphère les éléments de ses organes; l'animal les emprunte à la plante, et après sa mort il rend à l'atmosphère et au sol les éléments que le végétal absorbera de nouveau. C'est avec les débris de l'être d'aujourd'hui que se forme l'être de demain.

Les diverses fonctions qu'accomplit l'animal depuis sa naissance jusqu'à sa mort seront successivement étudiées dans cet ouvrage. Nous commencerons par les fonctions de nutrition, c'est-à-dire par celles qui servent à entretenir la vie.

LIVRE II.

Recettes et Dépenses des Organes.

CHAPITRE PREMIER.

ORGANES DE LA DIGESTION.

Divisions du tube digestif. — Bouche. — Lèvres. — Voûte palatine. — Voile du palais. — Amygdales. — Langue. — Dents. — Pharynx. — Œsophage. — Estomac. — Intestin grêle. — Gros intestin. — Péritoine. — Organes annexés au tube digestif. — Glandes salivaires. — Foie. — Vésicule biliaire. — Pancréas.

Les pertes incessantes que subissent les organes par suite de leur fonctionnement sont réparées, ainsi que nous l'avons dit précédemment, par l'alimentation. La digestion a pour but de transformer en liquides assimilables les matériaux nutritifs que, sous des formes diverses, l'être vivant puise au dehors.

Les animaux possèdent dans l'intérieur de leur corps une cavité où se fait le travail de la digestion. Chez l'animal supérieur, l'appareil digestif se compose d'un long tube, qui s'étend de la bouche à l'anus. L'aliment introduit dans ce canal est soumis, dans son trajet, à l'action de divers liquides qui le dissolvent et le rendent apte à être absorbé par l'appareil circulatoire, chargé de le transporter aux tissus.

Avant d'étudier le mécanisme de la digestion, nous allons passer brièvement en revue les organes à l'aide desquels cette fonction s'opère. Ils se composent du *canal alimentaire* ou *tube digestif*, et de diverses annexes : *glandes salivaires*, *foie*, *rate* et *pancréas*.

I.

Le *tube digestif* ou *canal alimentaire* est un conduit qui s'étend de la bouche à l'anus. Il comprend la *bouche*, le *pharynx*, l'*œso-*

phage, l'*estomac* et l'*intestin*. Il est formé de trois tuniques concentriques, une muqueuse qui le tapisse intérieurement, une fibreuse placée au-dessus et une musculaire qui recouvre les deux premières. L'estomac et l'intestin sont recouverts en outre d'une membrane nommée le *péritoine*.

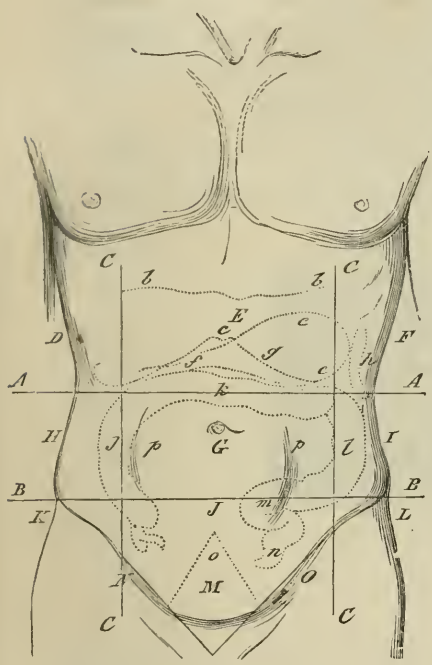


Fig. 12. — *Abdomen* *.

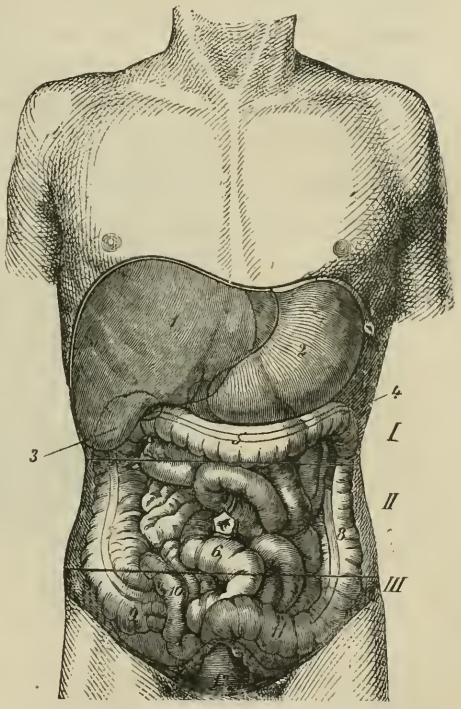


Fig. 13. — *Vue de face de la portion de l'appareil digestif contenue dans l'abdomen* **.

* A, A. Lignes s'étendant d'un côté à l'autre de la poitrine à la hauteur des fausses côtes. — B, B. Ligne s'étendant de l'une à l'autre crête iliaque. — C, C, C, C. Lignes partant des crêtes iliaques antérieures et coupant à angle droit les lignes précédentes. — E. Région supérieure moyenne du ventre ou région épigastrique — D, F. Régions supérieures latérales ou hypochondres. — G. Région ombilicale. — H, I. Flancs. — J. Région inférieure moyenne du ventre ou hypogastre. — K, L. Régions iliaques. — M. Pubis. — N, O. Régions inguinales ou aines. — *b*, *b*) Limite entre la poitrine et l'abdomen. — *c*) Place de l'appendice du sternum. — *g*) Ligne où viennent aboutir les cartilages des côtes inférieures. — *e*, *e*) Estomac. — *f*) Pylore. — *h*) Rate. — *j*) Colon ascendant. — *k*) Colon transverse. — *l*) Colon descendant — *m*) *S* iliaque. — *n*) Rectum. — *o*) Place de la vessie. — *p*, *p*) Portion de l'abdomen où sont situées les circonvolutions de l'intestin grêle.

** I. Région épigastrique. — II. Région ombilicale. — III. Région hypogastrique. — 1) Foie. — 2) Estomac. — 3, 4, 5) Colon transverse. — 6) Intestin grêle. — 7) Colon ascendant. — 8) Colon descendant. — 9) Cæcum. — 10) Intestin grêle. — 11) Fin du gros intestin. — 12) Vessie.

La *bouche* est une cavité qui forme la partie supérieure du canal alimentaire. Elle est limitée en avant par les *lèvres;* en arrière par le *voile du palais* et le *pharynx;* en haut par une surface osseuse, la *voûte palatine;* en bas par la *langue;* sur les côtés par les *joues.*

Toute la cavité buccale est recouverte d'une membrane muqueuse hérissée de nombreuses papilles. On sait que le nom de *muqueuses* est donné à des membranes qui tapissent la face interne de tous les organes, et sont l'équivalent de la peau qui recouvre la surface du corps. Au niveau des alvéoles la muqueuse buccale s'épaissit considérablement pour former les gencives.

Les *lèvres* sont constituées par une couche de muscles, que recouvrent, d'un côté, la peau, et de l'autre, la muqueuse buccale.

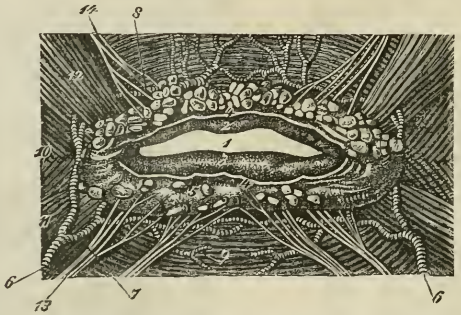


Fig. 14. — *Lèvres vues par leur face postérieure* *.

Ces muscles s'insèrent à la peau par une de leurs extrémités et lui adhèrent intimement, ce qui explique la difficulté avec laquelle les abcès de cette région font issue au dehors. Sous la couche muqueuse se trouvent un nombre considérable de petites glandes qui concourent à la sécrétion de la salive.

Les lèvres servent à la préhension des aliments et à l'articulation des sons.

* 1) Fente de la bouche. — 2) Lèvre supérieure. — 3) Lèvre inférieure. — 4) Muqueuse en partie ôtée pour montrer les glandules qu'elle recouvre. — 5) Glandes labiales. — 6) Artère faciale. — 7, 8) Artères coronaires labiales, branches de la faciale. — 9) Muscle orbiculaire. — 10) Buccinateur. — 11) Muscle carré du menton. — 12) Élévateur des lèvres. — 13) Branches du nerf mentonnier. — 14) Branches du nerf sous-orbitaire.

La *voûte palatine* constitue la paroi supérieure de la cavité buccale; elle est formée par une surface osseuse recouverte d'une muqueuse présentant de nombreuses saillies. Elle est limitée en

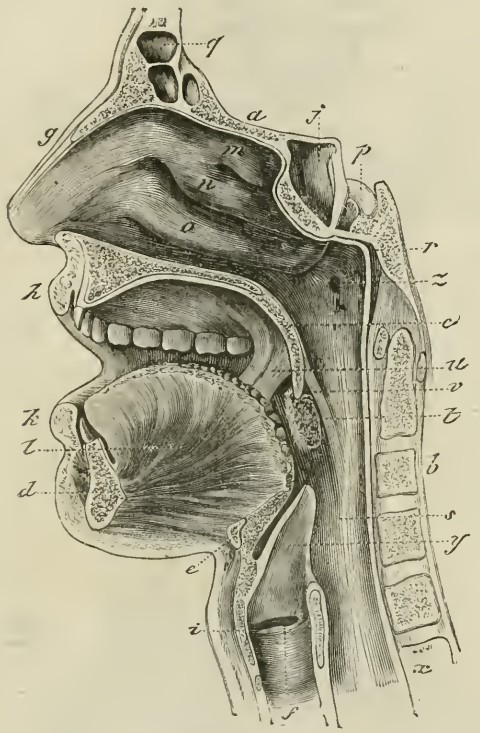


Fig. 15. — *Coupe verticale de la bouche d'avant en arrière* *.

avant et latéralement par les dents, et se continue en arrière par un prolongement musculo-membraneux nommé *voile du palais.*

Les os qui constituent la voûte palatine sont fort minces et, sous des influences morbides diverses, peuvent se perforer. Il en

* *a*) Voûte des fosses nasales. — *b*) Vertèbres cervicales. — c) Voile du palais. — *d*) Section de la mâchoire inférieure sur laquelle on voit s'insérer le muscle génio-glosse. — e) Section de l'os hyoïde. — *f*) Coupe du larynx. — *g*) Nez. — *h*) Lèvre supérieure. — *i*) Coupe du cartilage thyroïde ou pomme d'Adam. — *j*) Sinus sphénoïdal. — *k*) Lèvre inférieure. — *l*) Muscle génio-glosse formant une grande partie de la langue. — *m, n, o*) Cornets de la fosse nasale droite. — *p*) Artère vertébrale. — *q*) Sinus frontaux. — *r, s*) Pharynx. — *t*) Amygdale droite entre les piliers antérieur *u* et postérieur *v* de ce côté du voile du palais; au-dessus de l'amygdale on voit la luette. — *x*) Vertèbres cervicales. — *y*) Épiglotte redressée contre la base de la langue; elle couvre l'orifice supérieur du larynx pendant la déglutition. — *z*) Orifice de la trompe d'Eustache.

résulte une communication directe entre les fosses nasales et la bouche, qui amène pour le malade, entre autres inconvénients,

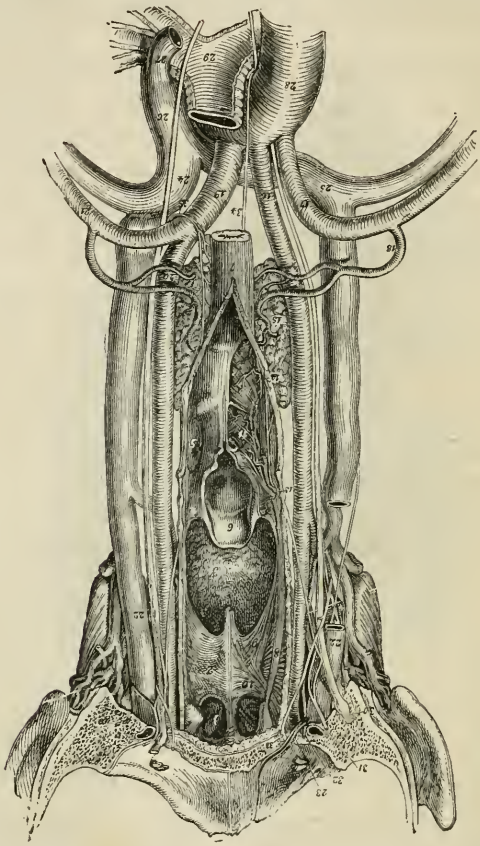


Fig. 16. — *Orifice postérieur de la bouche vu en arrière. Le pharynx est ouvert et les organes avec lesquels il est en rapport ont été conservés* *.
(A gauche, la muqueuse a été enlevée pour laisser voir les muscles, nerfs et vaisseaux qu'elle recouvre.)

* 1) Orifice postérieur des fosses nasales. — 2) Voile du palais. — 3) Langue. — 4, 5) Larynx. — 6) Épiglotte. — 7) Œsophage. — 8, 9) Muscle pharyngo-staphylin. — 10) Muscle péristaphylin interne. — 11) Muscles aryténoïdiens. — 12) Muscle crico-aryténoïdien postérieur. — 13) Nerf laryngé supérieur. — 14) Nerf laryngé inférieur. — 15) Corps thyroïde. — 16) Carotide primitive gauche. — 17) Artère sous-clavière gaucher — 18) Artère thyroïdienne inférieure. — 19) Tronc brachio-céphalique artériel. — 20) Artère carotide primitive droite. — 21) Artère sous-clavière droite. — 22) Veine jugulaire interne gauche. — 23) Extrémité du sinus pétreux inférieur. — 24) Tronc brachio-céphalique veineux du côté droit — 25) Tronc brachio-céphalique veineux gauche. — 26) Veine cave supérieure. — 27) Veine azygos. — 28) Artère aorte. — 29) Trachée-artère au niveau de sa bifurcation. — 30) Nerf pneumogastrique. — 31) Nerf spinal. — 32) Nerf glosso-pharyngien. — 33) Nerf hypoglosse. — 34, 35) Nerfs laryngés inférieurs droit et gauche ou nerfs récurrents.

celui d'avoir une parole tout à fait inintelligible. Une simple perforation de la voûte palatine de quelques millimètres de diamètre suffit pour rendre l'articulation des sons difficile.

Le *voile du palais* continue la voûte palatine; il est constitué par douze muscles, six de chaque côté de la ligne médiane. Ces muscles s'attachent, par une de leurs extrémités, à une lame fibreuse qui s'insère au bord postérieur de la voûte palatine. Par l'autre extrémité, ils s'attachent aux os du crâne ou au pharynx. Ils sont recouverts d'une membrane muqueuse sur toute leur étendue.

Le bord postérieur du voile du palais est libre et présente en son milieu une petite saillie, la *luette*. Sur ses côtés, il se termine par deux prolongements, *piliers du voile du palais*, dont l'un se porte sur les parois latérales de la langue, l'autre sur le pharynx. Entre ces piliers, c'est-à-dire de chaque côté du fond de la bouche, se trouve une glande nommée *amygdale* ou *tonsille*, de la grosseur d'une amande. Elle est revêtue par la muqueuse pharyngienne et paraît avoir pour fonction de sécréter un liquide destiné à faciliter le passage des aliments.

Les amygdales sont souvent le sujet d'une inflammation à laquelle on a donné le nom d'*amygdalite* ou *angine tonsillaire*. La glande se tuméfie, la déglutition et la respiration deviennent difficiles, et quelquefois il se forme dans le tissu glandulaire des abcès très-douloureux. On est souvent obligé d'enlever complétement les amygdales pour remédier à l'hypertrophie considérable qui résulte parfois de leur inflammation. Ces glandes n'ayant pas de fonctions bien essentielles, leur ablation est sans danger.

Le voile du palais sert à fermer l'orifice postérieur des fosses nasales pendant la déglutition et l'articulation des mots, de façon à empêcher le passage de l'air et des aliments dans le nez. Pendant la succion, il s'abaisse sur la base de la langue et ferme complétement la cavité buccale en arrière, jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment pleine de liquide.

La *langue* forme en grande partie la paroi inférieure de la bouche. Elle est constituée par seize muscles qu'enveloppe une

membrane muqueuse, mince sur la face inférieure de l'organe et épaisse sur sa face supérieure, où elle est recouverte d'un grand nombre de petites éminences nommées *papilles*. Les muscles de la langue s'insèrent, par une de leurs extrémités, à la face profonde

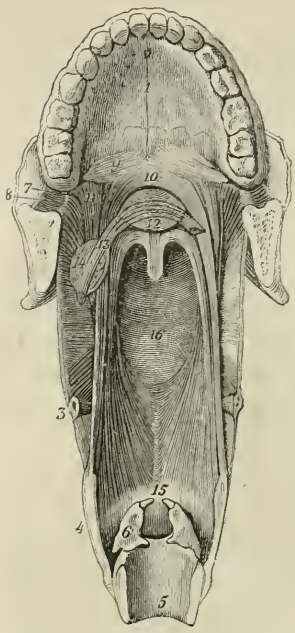


Fig. 17. — *Ouverture postérieure de la bouche et muscles du voile du palais, vus en avant* *.

(La mâchoire supérieure a été relevée; la mâchoire inférieure et la langue ont été enlevées.)

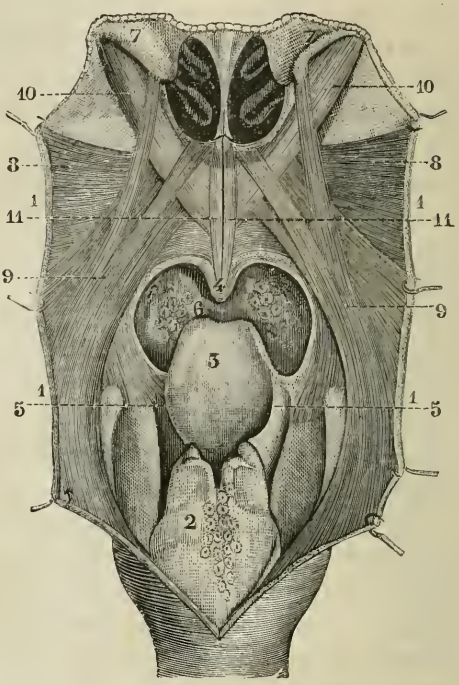


Fig. 18. — *Ouverture postérieure de la bouche et muscles du voile du palais, vus en arrière.* **.

(Les parois du pharynx ont été écartées avec des érignes.)

* 1) Voûte palatine. — 2) Coupe verticale de la mâchoire inférieure. — 3) Corne de l'os hyoïde coupé. — 4) Cartilage thyroïde. — 5) Cartilage ericoïde. — 6) Cartilage aryténoïde. — 7) Muscle buccinateur. — 8) Muscle ptérygoïdien. — 9) Péristaphylin externe. — 10, 11) Pharyngo-staphylin. — 12) Péristaphylin interne. — 13 Muscle glosso-pharyngien formé par des fibres du constricteur supérieur du pharynx. — 14) Amygdale. — 15) Membrane fibreuse où s'insèrent une partie des fibres musculaires du pharyngo-staphylin; les autres se réunissent sur la ligne médiane avec celles du côté opposé.

** 1, 1, 1, 1) Parties latérales du pharynx écartées avec des crochets. — 2) Larynx. — 3) Épiglotte. — 4) Luette. — 5, 5) Bords de l'épiglotte. — 6) Ouverture postérieure de la bouche. — 7, 7) Portions cartilagineuses de la trompe d'Eustache. On voit entre elles l'orifice postérieur des fosses nasales. — 8, 8) Muscle constricteur supérieur du pharynx. — 9, 9) Muscle pharyngo-staphylin. — 10, 10) Muscle péristaphylin interne. — 11, 11) Muscle palato-staphylin.

de la muqueuse linguale, et par l'autre extrémité, au maxillaire inférieur et à divers organes. Ils ont pour fonctions de porter la langue en tout sens.

La langue reçoit une artère importante, l'*artère linguale*, branche de la carotide externe, qui se ramifie dans toutes ses parties, et des nerfs très-nombreux, branches de l'*hypoglosse*, du *glosso-pharyngien* et du *lingual*.

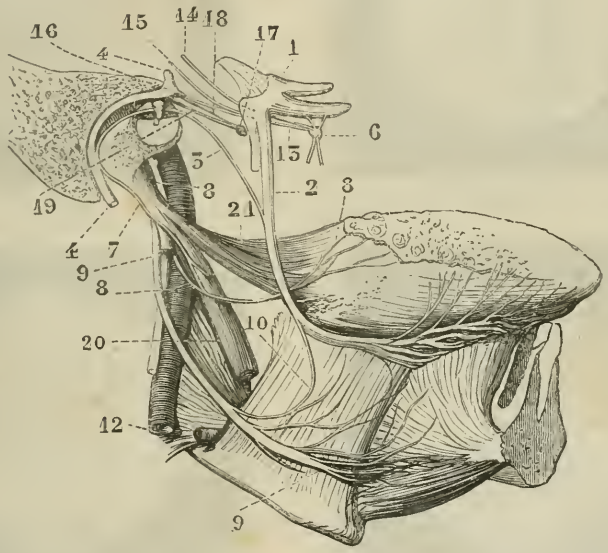


Fig. 19. — *Nerfs de la langue et des régions voisines* *.

La coloration de la langue est très-variable; le matin, elle est blanchâtre par suite de l'accumulation à sa surface des lamelles épithéliales de la muqueuse. Après le repas, elle est rose, parce que la couche épithéliale a été entraînée par la mastication. On a dit avec raison que la langue est le miroir de l'estomac; son inspection fournit d'utiles renseignements dans les maladies.

* 1) Nerf trijumeau. — 2) Nerf lingual. — 3) Corde du tympan. — 4) Nerf facial. — 6) Ganglion sphéno-palatin. — 7) Rameau du facial. — 8, 8) Nerf glosso-pharyngien. — 9, 9) Nerf grand hypoglosse. — 10) Anastomose du nerf lingual et du grand hypoglosse. — 12) Artère carotide interne. — 13) Grand nerf pétreux superficiel. — 14) Rameau du grand sympathique. — 15) Nerf petit pétreux profond interne. — 16) Ganglion du facial. — 17) Ganglion otique. — 18) Petit pétreux profond externe. — 19) Petit pétreux superficiel. — 20) Muscle stylo-hyoïdien. — 21 Muscle stylo-glosse.

La muqueuse buccale, ainsi que celle qui protége la langue, est très-fréquemment recouverte de végétation et d'animalcules,

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Parasites de la bouche humaine *.

parasites. La bouche humaine est quelquefois un véritable marécage. Le *leptothrix buccalis*, sorte d'algue microscopique, y croît en

Fig. 20. — *Leptothrix buccalis.* Espèce d'algue très-commune sur la surface de la langue et dans la cavité des dents cariées. On voit à côté des touffes de ce parasite, ainsi que dans les figures suivantes, des cellules épithéliales de la muqueuse buccale.

Fig. 21. — *Oïdium albicans.* Champignon qu'on trouve dans les plaques qui caractérisent l'inflammation de la muqueuse buccale nommée *muguet.*

Fig. 22. — *Vibrio spirillum* ou *vibrion tournoyant.* Cet infusoire a la forme d'une hélice; on le rencontre, ainsi que les suivants, dans la bouche des personnes qui se nettoient rarement les dents.

Fig. 23. — *Vibrio Lineola* (d'après A. Préterre).

touffes serrées; les *monades*, les *vibrions* y vivent en foule. C'est surtout dans la bouche des personnes dont les dents sont rarement nettoyées ou atteintes de carie qu'on rencontre ces parasites. L'air expiré par les personnes atteintes de carie dentaire en contient souvent des germes.

Dans l'intérieur de la bouche, et garnissant le bord des mâchoires, se trouvent les *dents*, organes résistants destinés à broyer les aliments.

Chaque dent est composée de trois parties : la *couronne*, qui fait saillie au dehors; la *racine*, qui est implantée dans une cavité du maxillaire désignée sous le nom d'*alvéole*, et une partie rétrécie, le *collet*, qui réunit la racine et la couronne.

Les dents sont constituées par une substance nommée *ivoire*, composée en grande partie de phosphate et de carbonate de chaux. Dans la portion qui représente la couronne, cette substance est recouverte d'une couche très-mince appelée *émail*, dont la composition est analogue à celle de l'ivoire, mais moins riche en matières minérales. Dans la partie représentant la racine, l'ivoire est enveloppé d'une membrane, le *périoste alvéolo-dentaire*, riche en vaisseaux et en nerfs.

L'ivoire est creusé d'une multitude de petits canaux parallèles, dirigés de la cavité dentaire vers la face profonde de l'émail. Ce dernier est composé de prismes microscopiques soudés entre eux, qui s'élèvent perpendiculairement à la surface de la dent. Sur une dent coupée horizontalement, ils simulent une mosaïque.

Les dents possèdent dans leur intérieur une cavité contenant une matière molle pulpeuse, nommée *bulbe dentaire*, qui reçoit les ramifications des nerfs et des vaisseaux par un trou dont est percé le sommet de la racine.

Les artères que reçoivent les dents viennent de la maxillaire inférieure, branche de l'artère carotide. Les nerfs sont fournis par le nerf trijumeau, qui se distribue également à différentes parties de la face, ce qui explique comment une carie dentaire peut déterminer de la douleur dans tous les points où ce nerf s'irradie. Des névralgies fort douloureuses, provenant d'une dent cariée

qu'on n'avait pas aperçue, disparaissent aussitôt que la carie a été détruite ou la dent extraite.

On a divisé les dents en trois classes : les *incisives*, les *canines* et les *molaires*.

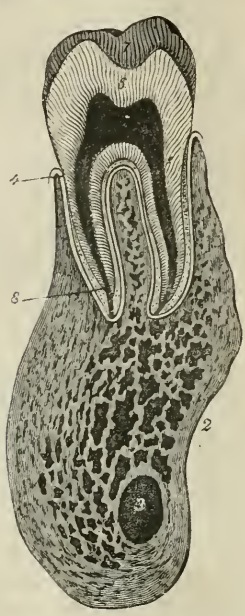


Fig. 24.
*Coupe verticale d'une dent molaire et de son alvéole *.*

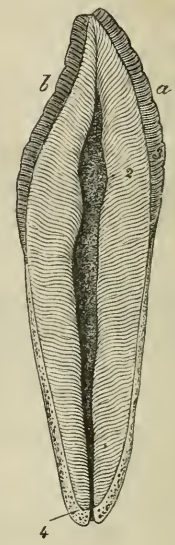


Fig. 25.
*Coupe verticale d'une dent incisive de la mâchoire inférieure**.*

Les *incisives*, placées en avant de la mâchoire, sont au nombre de huit, quatre en haut et quatre en bas; leur extrémité tranchante coupe facilement les aliments.

Les *canines*, au nombre de quatre, deux en haut et deux en bas, sont placées à côté des incisives. Elles servent à déchirer les aliments.

Les *molaires* se trouvent en arrière des canines. Elles sont au

* 1, 2) Coupe du maxillaire. — 3) Canal de l'alvéole. — 4) Périoste alvéolo-dentaire. — 5) Cavité de la dent. — 6) Ivoire. — 7) Émail. — 8) Cément de la racine.

** *a*) Face antérieure de la couronne. — *b*) Face postérieure. — 1) Cavité de la dent. — 2) Ivoire (les lignes noires représentent les canalicules dentaires). — 3) Émail. — 4) Cément.

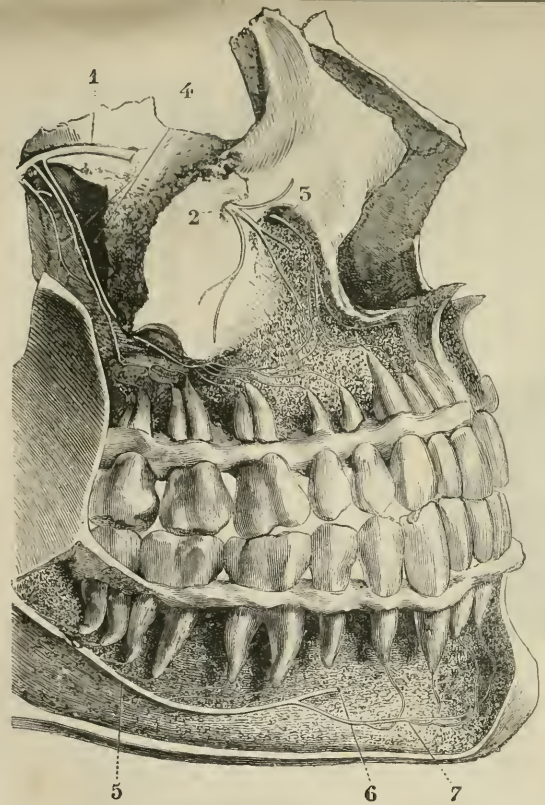


Fig. 26. — *Nerfs des dents.*

(L'écorce osseuse des deux maxillaires a été enlevée pour laisser voir les racines des dents.)

1) Nerf maxillaire supérieur, branche du trijumeau. — 2) Nerf sous-orbitaire, continuation du précédent. — 3) Nerf dentaire antérieur. — 4) Nerfs dentaires postérieurs. — 5) Nerf dentaire inférieur, division du maxillaire inférieur, branche du trijumeau. — 6) Rameau mentonnier coupé. — 7) Terminaison du nerf dentaire inférieur dans la canine et les incisives.

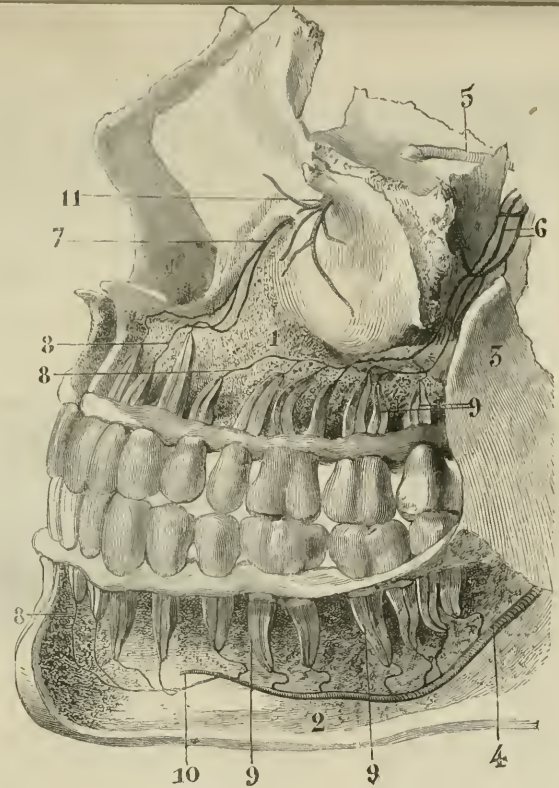


Fig. 27. — *Artères des dents.*

1) Maxillaire supérieur dont l'écorce a été enlevée pour laisser voir la terminaison des vaisseaux dans les racines des dents. — 2, 3) Maxillaire inférieur, qui a subi en partie la même opération. — 4) Artère dentaire inférieure. — 5) Artère sous-orbitaire. — 6) Rameaux de l'artère alvéolaire se rendant aux molaires. — 7) Rameau de l'artère sous-orbitaire se rendant aux incisives et à la canine. — 8, 8, 8, 9, 9, 9) Terminaison des artères dans les racines des dents. — 10) Rameau mentonnier coupé. — 11) Terminaison de l'artère sous-orbitaire. — Toutes les artères précédentes viennent de la maxillaire interne, une des deux branches terminales de la carotide externe.

nombre de vingt, dix pour chaque mâchoire. C'est sur leur surface aplatie que les aliments sont broyés.

Les premières dents apparaissent six à huit mois seulement après la naissance. Les incisives se montrent généralement d'abord, puis viennent les canines et les molaires. Vers l'âge de deux à trois ans, la première dentition est complète. L'enfant possède alors vingt dents, nommées *dents de lait*.

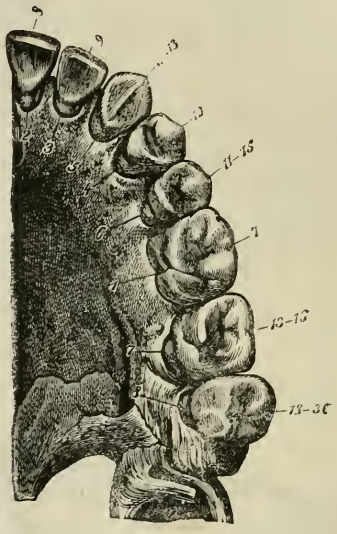


Fig. 28. — *Dents permanentes de la mâchoire supérieure* *.

Vers l'âge de sept ans, les dents de lait tombent et sont remplacées par les dents permanentes. Les premières grosses molaires sont celles qui se développent d'abord. Les incisives, les petites molaires, les canines, les deuxièmes grosses molaires viennent ensuite. Ce n'est que vers la vingtième année qu'apparaissent les quatre dernières grosses molaires dites *dents de sagesse*. L'adulte possède alors trente-deux dents.

* Les numéros placés à droite des dents indiquent l'époque de leur apparition; ceux placés à gauche font connaître l'ordre de cette apparition.

La bouche se continue par le *pharynx*, tube de 13 à 14 centimètres de longueur, qui se termine lui-même par l'œsophage. Il est fixé à l'os occipital par un prolongement fibreux. Ses parois latérales sont en rapport avec l'artère carotide. Il est séparé de la colonne vertébrale par un tissu cellulaire lâche, dans lequel se développent quelquefois des abcès nommés *rétro-pharyngiens*. La compression que ces abcès exercent sur le larynx peut déterminer l'asphyxie si on ne s'empresse pas de les ouvrir.

Le pharynx est en rapport en avant avec la partie postérieure des fosses nasales, le larynx et le voile du palais. Ce dernier ferme sa communication avec les fosses nasales pendant le passage des aliments, et par suite, les empêche de s'engager dans le nez.

Comme les organes précédemment décrits, le pharynx est formé de trois couches, une muqueuse, une fibreuse et une musculaire. La muqueuse est recouverte par un nombre considérable de petites glandes qui peuvent s'hypertrophier et produire l'affection désignée sous le nom d'*angine granuleuse* ou *pharyngite chronique*, caractérisée par de la douleur à la gorge, de la sécheresse, de l'enrouement et des accès de toux suivis de l'expectoration de petites mucosités. Elle est commune chez les chanteurs, les orateurs et les fumeurs de profession.

La couche musculaire du pharynx est composée de dix muscles, cinq de chaque côté de la ligne médiane. Les uns déterminent son élévation dans l'acte de la déglutition ; les autres rétrécissent son orifice et compriment le bol alimentaire.

Le pharynx n'a d'autres fonctions que de livrer passage aux aliments qui se rendent à l'estomac et à l'air qui se dirige vers le larynx.

La continuation du pharynx se nomme l'*œsophage;* ce conduit s'étend jusqu'à l'estomac. Sa longueur est d'environ 25 centimètres; son diamètre de 2 centimètres 1/2. Il commence à peu près au niveau de la sixième vertèbre cervicale pour se terminer au niveau de la onzième dorsale. Dans le cou, il est en contact avec la trachée en avant, les carotides sur les côtés, la colonne vertébrale en arrière. Dans le thorax, il est en rapport en avant avec

la trachée et la membrane qui enveloppe le poumon, en arrière avec l'aorte et la colonne vertébrale.

L'œsophage se compose, comme les parties précédemment dé-

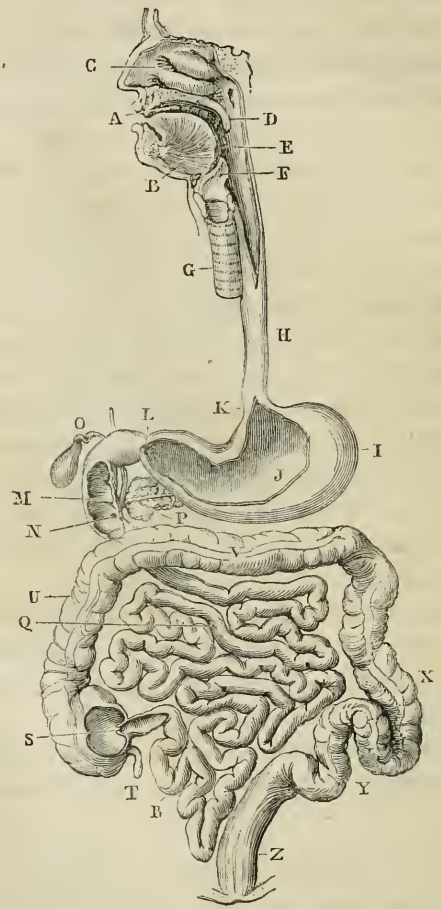


Fig. 29. — *Ensemble du tube digestif**.

* A. Bouche. — B. Langue. — C. Fosses nasales. — D. Voile du palais. — E. Pharynx. — F. Épiglotte. — G. Trachée artère. — H. Œsophage. — I. Estomac. — J. Cavité de l'estomac. — K. Ouverture de l'œsophage dans l'estomac. — L. Ouverture pylorique de l'estomac. — M. Duodénum. — N. Ouverture du canal qui conduit la bile à l'intestin. — O. Vésicule biliaire. — P. Pancréas. — Q, R. Circonvolutions de l'intestin grêle. — S. Cæcum. — T. Appendice cæcal. — U, V, X, Y. Gros intestin: U est le colon ascendant, V le colon transverse X le colon descendant, Y l'*S* iliaque. — Z. Rectum.

crites du tube digestif, de trois tuniques concentriques. La couche musculaire est formée de fibres circulaires et de fibres longitudinales.

L'*estomac* n'est qu'une dilatation du tube digestif; c'est un sac musculo-membraneux qui forme le prolongement de l'œsophage. Il est placé dans l'abdomen au-dessous du foie et au-dessus de la

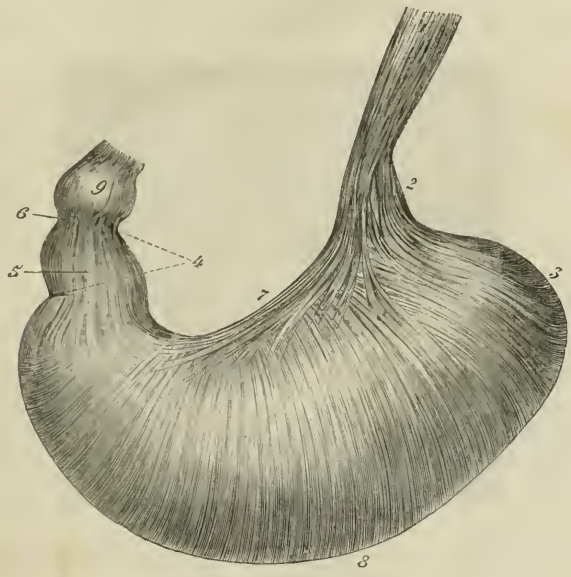


Fig. 30. — *Estomac de l'homme**.

portion transverse du gros intestin, en arrière des fausses côtes, dont il est séparé par le diaphragme. Son volume est variable. Vide, il est très-petit; plein d'aliments, il peut acquérir des dimensions considérables. Généralement il a 25 centimètres de diamètre transversal et 8 à 9 centimètres de hauteur. Il est maintenu en place par l'œsophage, dont il est la continuation, par l'intestin grêle, qui forme son prolongement et par des replis du péritoine.

* 1) Œsophage. — 2) Cardia. — 3) Grosse tubérosité. — 4, 5) Petite tubérosité. — 6) Pylore. — 7) Petite courbure. — 8) Grande courbure. — 9) Duodénum.

L'orifice supérieur de l'estomac, c'est-à-dire l'ouverture qui le fait communiquer avec l'œsophage, est nommé *cardia*. L'orifice inférieur, qui se continue avec l'intestin, a été désigné sous le nom de *pylore*. Ce dernier est bordé par un anneau musculaire qui, en se contractant, empêche le passage des aliments dans l'intestin pendant la digestion stomacale.

L'estomac est formé, comme la partie supérieure du tube digestif, d'une tunique muqueuse, d'une fibreuse et d'une musculaire; mais

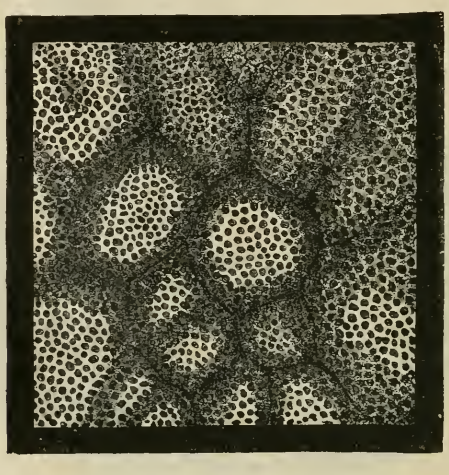


Fig. 31.
Surface de la muqueuse de l'estomac montrant l'orifice des glandes de cet organe.
(Grossissement de 15 diamètres.)

il est recouvert en plus d'une quatrième membrane, le *péritoine*, que nous décrirons plus loin.

La couche musculaire est formée de plusieurs plans superposés de fibres longitudinales, circulaires et obliques.

La couche fibreuse donne insertion aux muscles de l'estomac.

La muqueuse tapisse la surface interne de l'organe; elle contient, dans son épaisseur, un nombre considérable de petites glandes en tube, destinées à la sécrétion du suc gastrique.

L'inflammation de la muqueuse stomacale constitue l'affection désignée sous le nom de *gastrite*. La surface de l'organe est d'abord rouge et enflammée; plus tard elle devient ardoisée et quel-

quefois se recouvre de petites ulcérations. L'usage des mauvais aliments, l'abus des spiritueux, l'ingestion de substances toxiques peuvent déterminer cette affection.

Quelques observations faites sur des individus atteints de fistules

Fig. 32. — *Glandes de l'estomac* (grossies 300 fois) *.

qui permettaient d'examiner l'intérieur de leur estomac prouvent que l'état de la muqueuse stomacale est habituellement en rapport avec celui de la langue. L'examen de cette dernière peut donc donner des indications utiles sur l'état de l'estomac.

* 1) Couche cellulo-fibreuse de l'estomac. — 2, 2) Fibres contractiles montant entre les tubes des glandes — 3, 3) Tissu interstitiel. — 4) Cellules ressemblant à des globules lymphatiques disséminées dans le tissu précédent. — 5, 5, 5)Glandes de l'estomac ou follicules gastriques vides. — 6, 6, 6) Mêmes glandes contenant des cellules.

L'estomac reçoit plusieurs artères venues du tronc cœliaque qui naît de l'aorte. Ses nerfs proviennent du pneumogastrique et du grand sympathique.

Lorsque l'estomac est plein, sa grande courbure est en rapport avec une glande nommée *rate*, de 4 centimètres de hauteur sur 12 centimètres de longueur. La rate est séparée des côtes par le

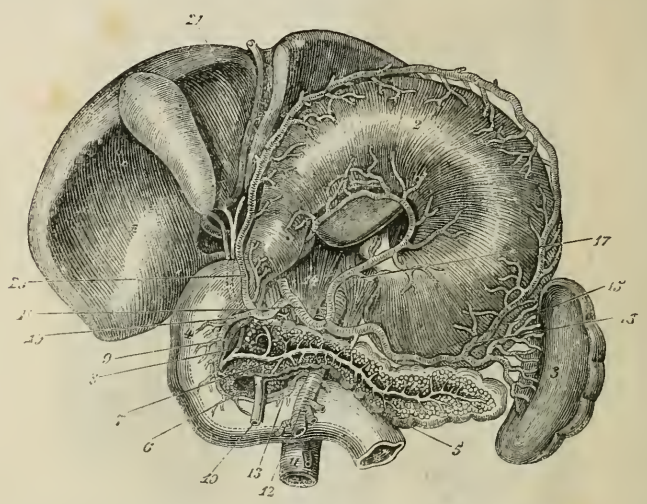


Fig. 33. — *Vaisseaux de l'estomac, du foie et de la rate* *.

(Le foie et l'estomac ont été relevés pour laisser voir les organes placés au-dessous d'eux.)

diaphragme, auquel elle est fixée par un repli du péritoine. Ses usages sont mal connus; on sait seulement qu'elle augmente de volume après l'ingestion des boissons et des aliments et dans certaines maladies, notamment la fièvre intermittente, ainsi que l'a démontré notre savant maître et ami le professeur Piorry.

* 1) Foie. On voit sur sa surface la vésicule biliaire en forme de poire. — 2) Estomac. — 3) Rate. — 4) Duodénum. — 5) Pancréas. — 6) Veine mésentérique supérieure. — 7) Canal pancréatique. — 8) Petit canal pancréatique. — 9) Canal cholédoque. — 10) Veine mésentérique supérieure. — 11) Aorte. — 12) Artère mésentérique supérieure. — 13) Rameau pancréatico-duodénal de la mésentérique. — 14) Tronc cœliaque. — 15) Artère splénique. — 16) Artère gastro-épiploïque gauche. — 17) Artère coronaire stomachique. — 18) Artère hépatique. — 19) Rameau pancréatico-duodénal de la gastro-épiploïque. — 20) Artère gastro-épiploïque droite. — 21) Continuation de l'artère coronaire stomachique.

L'estomac se continue par un tube de 7 à 8 mètres de longueur, nommé *intestin*, et qu'on divise en deux portions, l'*intestin grêle* et le *gros intestin*.

L'*intestin grêle* s'étend de l'estomac au gros intestin ; il se dirige alternativement de gauche à droite. Sa partie supérieure, qui suc-

Fig. 34.
Villosités de l'intestin de l'homme *.
(Grossies 100 fois.)

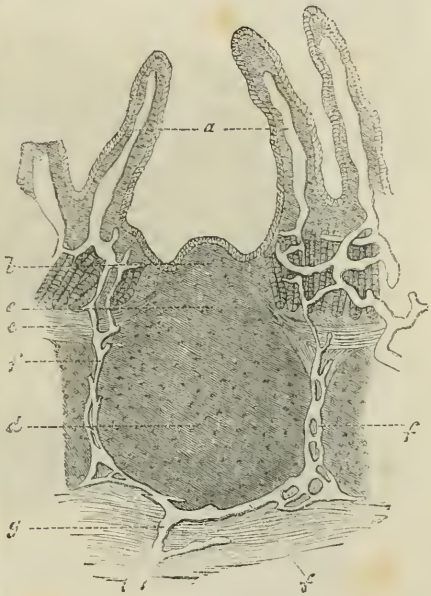


Fig. 35.
Follicules, villosités et vaisseaux chylifères de l'intestin **.
(Coupe verticale, grossie 30 fois.)

cède à l'estomac, a été nommée *duodénum*, parce qu'on lui donnait une dimension égale à douze largeurs de doigt.

L'intestin grêle est fixé à la colonne vertébrale par un repli du péritoine nommé *mésentère*. Il est séparé de l'abdomen par une

* 1, 1) Vaisseaux chylifères. — 2, 2) Vaisseaux sanguins.

** *a*) Villosités avec vaisseaux chylifères. — *b, c, d*) Follicule clos de l'intestin. — *e*) Couche musculaire de la muqueuse. — *f, f*) Vaisseaux chyliferes entourant le follicule. — *g*) Vaisseau lymphatique de la sous-muqueuse

sorte de tablier que forme également le péritoine et qu'on nomme *grand épiploon*.

La surface interne de l'intestin présente une quantité considérable de petites saillies de quelques dixièmes de millimètre de hauteur, désignées sous le nom de *villosités intestinales*. Elles contiennent chacune des ramifications artérielles, veineuses et lymphatiques. C'est par leur intermédiaire que se fait l'absorption des produits de la digestion.

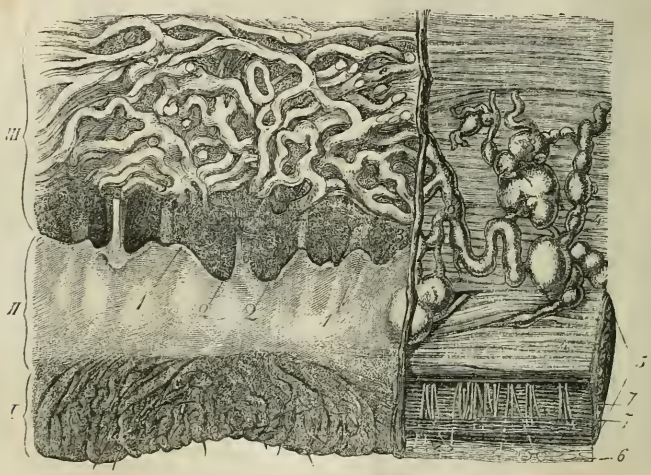


Fig. 36. — *Partie inférieure du rectum et de l'anus, incisée longitudinalement* *.
(La muqueuse a été enlevée à droite; à gauche elle a été conservée.)

La muqueuse intestinale recouvre un certain nombre de glandes simples et composées (follicules, glandes de Lieberkühn, de Brunner, de Peyer), dont nous étudierons plus loin les fonctions.

La surface de la muqueuse intestinale est recouverte de nombreux replis qu'on a nommés *valvules conniventes*, dont les fonctions sont de ralentir la masse alimentaire dans sa marche.

L'artère mésentérique supérieure, branche de l'aorte, fournit à

* I. Peau de l'anus. — II. Muqueuse de l'anus. — III. Muqueuse du rectum. — 1, 1) Colonnes du rectum. — 2, 2, 3) Valvules et lacunes de Morgagni. — 4, 4) Sphincter interne de l'anus. — 5) Sphincter externe. — 6) Tissu cellulaire sous-cutané du pourtour de l'anus. — 7, 7) Fibres musculaires longitudinales du rectum. — 8, 8) Plexus veineux hémorrhoïdal.

l'intestin grêle de nombreux vaisseaux artériels qui vont se ramifier dans les villosités. C'est également dans les villosités que naissent les veines qui absorbent le produit de la digestion et vont se jeter dans la veine porte, chargée de le conduire au foie.

L'intestin grêle se continue par le *gros intestin*, qui a été ainsi appelé en raison de sa grosseur relative. Il se termine à l'anus. Après s'être élevé verticalement jusqu'au foie, il se dirige transversalement d'un côté à l'autre de l'abdomen jusqu'à la rate, redescend ensuite jusqu'à la crête de l'os iliaque, décrit quelques flexosités et se dirige vers l'anus. A 20 centimètres de distance de cet orifice, il prend le nom de *rectum*.

Le rectum est en rapport en arrière avec le sacrum, en avant avec la vessie chez l'homme, l'utérus et le vagin chez la femme. Il est enveloppé, à son extrémité inférieure, d'anneaux constricteurs, *sphincters* de l'anus, qui empêchent la sortie des matières fécales. Cette dernière partie du tube digestif reçoit un grand nombre de veines qui, parfois, s'engorgent de sang et forment des tumeurs nommées *hémorrhoïdes*.

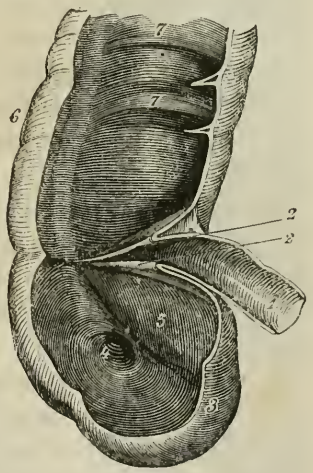


Fig. 37. — *Embouchure de l'intestin grêle dans le gros intestin* *.

Le gros intestin est constitué, à son origine, par une sorte de cul-de-sac nommé *cæcum*, dans lequel débouche l'intestin grêle. En ce point, existe une espèce de soupape appelée *valvule iléo-cæcale* formée par deux replis membraneux, constitués par un adossement de l'intestin grêle à lui-même et qui, en s'appliquant l'un contre l'autre, empêchent les aliments de remonter dans ce canal. Cette valvule s'oppose également au passage, dans l'intestin grêle, des liquides introduits par le rec-

* 1) Intestin grêle. — 2, 2) Valvule de Bauhin ou iléo-cæcale, dite *barrière des apothicaires*. — 3) Cæcum. — 4) Orifice de l'appendice cæcal. — 5) Plis de la muqueuse au bord de cette embouchure. — 6) Gros intestin (colon ascendant). — 7, 7) Replis de la muqueuse intestinale.

tum, d'où lui vient le nom de *barrière des apothicaires* qu'on lui donne vulgairement.

Une excitation en un point quelconque de la muqueuse du gros intestin provoque la contraction du reste de l'organe et l'évacuation des matières fécales qu'il contient. C'est en se basant sur ce fait qu'on combat la constipation par l'introduction dans le rectum de suppositoires ou de mèches graissées, moyen souvent préférable à l'emploi des purgatifs.

L'intestin est souvent habité par divers parasites dont la présence n'est pas sans inconvénients. Les plus communs sont les *ascarides lombricoïdes*, les *oxyures* et les *tænias*.

Les *ascarides lombricoïdes* ont une longueur de 20 centimètres environ; leur aspect rappelle celui du ver de terre. Ils existent fréquemment dans l'intestin grêle des individus qui se nourrissent habituellement de végétaux et de fruits, et déterminent quelquefois par leur présence de la diarrhée, des coliques, des vomissements, de la fièvre et divers accidents capables de simuler une fièvre typhoïde muqueuse.

Les *ascarides vermiculaires* ou *oxyures* sont de petits vers blancs de quelques millimètres de longueur qui habitent le rectum. On les rencontre fréquemment chez les enfants. Ils produisent habituellement à l'anus et souvent aux parties génitales des démangeaisons très-vives.

Les *tænias* ou *vers solitaires* sont des vers plats de plusieurs mètres de longueur composés d'anneaux. Ils sont terminés, à leur partie supérieure, par une tête munie de quatre suçoirs, au-dessus desquels se trouve un renflement garni de crochets rétractiles. On les rencontre dans l'intestin des personnes qui font usage de viande de cochons atteints de ladrerie, affection caractérisée par la présence, dans la chair de ces animaux, de petits vers vésiculeux munis de crochets nommés *cysticerques*. Aussitôt que ces cysticerques arrivent dans l'intestin de l'individu qui a mangé la chair qui les contenait, ils se transforment en tænias. Les expériences faites, il y a quelques années, en Allemagne, par le docteur Küchenmeister sur des condamnés à mort, ne laissent aucun doute sur ce point.

Parmi les parasites qui peuvent se rencontrer dans l'intestin, nous ne mentionnerons pas les trichines. Ces animaux ne séjournent pas en effet dans le tube intestinal. Aussitôt qu'ils y arrivent, ils percent ses parois et pénètrent dans les muscles.

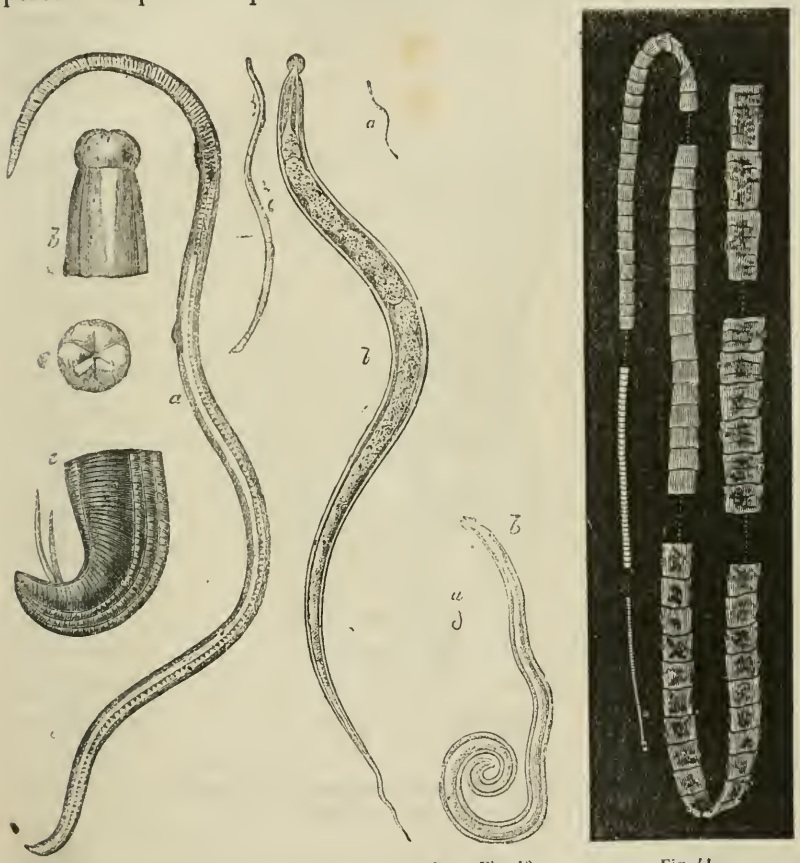


Fig. 38. Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41.

Parasites de l'intestin.

Fig. 38. *Ascaride lombricoïde mâle* *. — Fig. 39. *Ascaride vermiculaire ou oxyure femelle* **. — Fig. 40 *Ascaride vermiculaire ou oxyure mâle* ***. — Fig. 41. *Tænia ordinaire de l'homme.*

* *b*) Extrémité antérieure grossie, vue de profil. — *c*) Même extrémité vue de face, montrant la bouche au centre. — *e*) Extrémité postérieure grossie. — *d*) Ascaride femelle, grandeur naturelle.

** *a*) L'animal, grandeur naturelle. — *b*) Le même, grossi.

*** *a*) L'animal de grandeur naturelle. — *b*) Le même, grossi. Sa queue, au lieu d'être effilée comme celle de la femelle, est obtuse à son extrémité.

L'estomac et les intestins sont complétement recouverts par une membrane séreuse, le *péritoine*, composée, comme toutes les séreuses, d'un sac sans ouverture, dont les parois internes, constamment humectées de sérosité, frottent entre elles. Il facilite les mou-

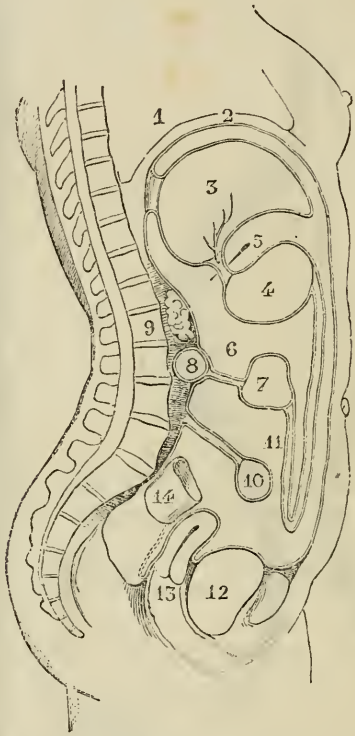


Fig. 42. — *Coupe du péritoine et des viscères abdominaux situés sur la ligne médiane* *.

vements de l'intestin absolument comme pourrait le faire une vessie pleine d'huile appliquée entre cet organe et l'abdomen.

Lorsque la sérosité qui existe entre les feuillets du péritoine est trop abondante, elle forme dans cette cavité une accumulation de liquide à laquelle on a donné le nom d'*hydropisie* ou *ascite* et qui

* 1) Diaphragme. — 2) Péritoine sous le diaphragme. — 3) Foie. — 4) Estomac. — 5) Petit épiploon. — 6) Cavité en arrière des épiploons. — 7) Coupe du gros intestin. — 8) Coupe du duodénum. — 9) Pancréas. — 10) Intestin grêle. — 11) Grand épiploon. — 12) Vessie. — 13) Vagin — 14) Rectum.

s'observe dans les affections où la circulation est troublée, telles que les maladies du cœur, du foie et des reins.

Le péritoine enveloppe les organes de la cavité abdominale et maintient leurs rapports respectifs par des prolongements qu'on a nommés *ligaments*. Les diverses portions du péritoine prennent, du reste, des noms qui varient suivant les fonctions qu'elles remplissent; celle qui s'insère sur toute la longueur de l'intestin grêle et le fixe à la colonne vertébrale s'appelle le *mésentère;* les bouchers le vendent sous le nom de *fraise;* celle qui descend sur les circonvolutions de l'intestin grêle, qu'elle recouvre comme le ferait un tablier, a reçu le nom d'*épiploon*.

II.

Les organes annexés au tube digestif sont, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les *glandes salivaires*, le *foie* et le *pancréas*.

De chaque côté de la mâchoire inférieure se trouvent trois glandes destinées à la sécrétion de la salive et auxquelles on a donné les noms de *glandes parotide*, *sous-maxillaire* et *sublinguale*. Elles ont pour fonctions de transformer en salive le sang que leur amènent les artères.

Leur structure est celle des glandes en grappe, c'est-à-dire qu'elles sont formées, ainsi que nous l'avons dit dans le chapitre précédent, de petits grains terminés par des conduits qui se réunissent en un canal excréteur commun.

Les *glandes sublinguales* sont de la grosseur d'un haricot. Elles sont placées sous la partie antérieure de la langue de chaque côté de la face postérieure du maxillaire inférieur. Leurs conduits excréteurs, au nombre de cinq ou six, s'ouvrent sur les côtés du frein de la langue, et sur différents points de la muqueuse buccale.

Les *glandes sous-maxillaires* sont placées sur la partie interne du maxillaire inférieur en avant de l'artère carotide. Leur canal excréteur, ou *conduit de Wharton*, s'ouvre sur le côté du frein de la langue, derrière les incisives.

Les *parotides* sont les plus volumineuses des glandes salivaires. Leur poids s'élève à 25 grammes; elles sont placées sur les côtés de

la face, entre le bord postérieur de la mâchoire inférieure, d'une part, le conduit auditif externe et l'apophyse mastoïde, d'autre part. Elles s'étendent, en hauteur, de l'arcade zygomatique à l'angle de la mâchoire. Elles sont traversées par l'artère carotide externe, la jugulaire externe et le nerf facial. Elles recouvrent en partie le muscle

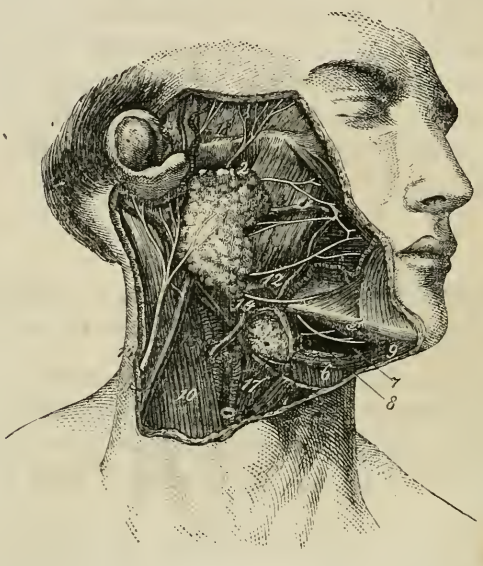


Fig. 43.
Régions de la face et du cou, préparées de façon à montrer les glandes salivaires *.

masséter. Leur canal excréteur, nommé *canal de Sténon*, passe sur ce dernier muscle et va s'ouvrir sur la muqueuse buccale au niveau du collet de la deuxième grosse molaire supérieure.

Les *glandes salivaires* ont pour fonction de sécréter la salive, liquide dont nous étudierons les propriétés et les usages dans un prochain chapitre.

Le *foie* est une glande servant à la sécrétion de la bile et à la formation du sucre. Il est placé dans l'abdomen du côté droit, au-

* 1, 2) Glande parotide. — 3) Canal de Sténon. — 4) Glande sous-maxillaire. — 5) Glande sublinguale. — 6) Muscle mylo-hyoïdien, dont une partie est enlevée pour montrer les organes qu'il cachait. — 7) Nerf lingual. — 8) Conduit de Wharton. — 9) Muscle digastrique. — 10) Sterno-mastoïdien. — 11) Jugulaire externe. — 12) Veine faciale. — 13) Veine temporale. — 14, 15) Jugulaire interne. — 16) Branche du plexus cervical — 17) Nerf grand hypoglosse.

dessus de l'estomac et sous le diaphragme, auquel il est fixé par un repli du péritoine, le *ligament suspenseur du foie*, et repose sur la masse intestinale, qui le soutient. Son diamètre vertical est de 12 à 14 centimètres, son diamètre transversal de 27 à 32 centimètres; son poids d'environ 2 kilogrammes. A l'état normal, il ne dépasse pas le bord inférieur des fausses côtes.

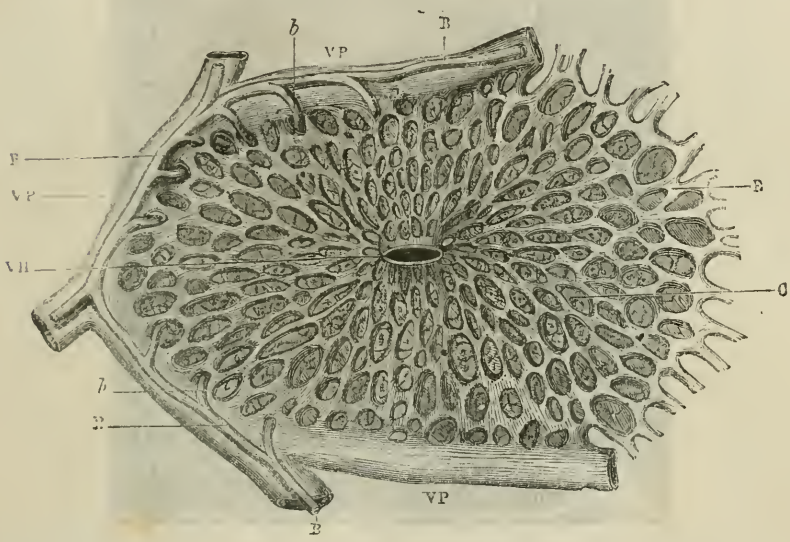


Fig. 44. — *Coupe d'un lobule du foie**.

La circonférence du foie est en rapport en avant avec la vésicule biliaire et la paroi abdominale; en arrière, avec la colonne vertébrale, l'artère aorte, l'œsophage et la veine cave inférieure; sur le côté droit, avec les côtes; sur le côté gauche, avec l'estomac, dont elle recouvre une portion. Elle déborde le diaphragme en avant et se trouve en contact sur ce point avec les parois de l'abdomen.

La face inférieure du foie est en rapport avec l'estomac, l'intestin et la vésicule biliaire. Elle reçoit l'artère hépatique et le tronc de la veine porte formée par la réunion des vaisseaux qui naissent à la surface de l'intestin. La veine porte peut être comparée à un arbre

* VII. Branche de la veine hépatique. — VP. Branche de la veine porte. — R. Mailles du réseau capillaire du lobule. — *c*) Cellules hépatiques. — B, *b*) Canalicules biliaires.

dont les racines, nées du tube digestif, se réuniraient pour former un tronc qui pénètrerait dans le foie et s'y diviserait en de nombreuses branches.

Le tissu du foie est formé d'un nombre infini de petites granulations de la grosseur d'un grain de millet, nommées *lobules;* compo-

Fig. 45. — *Divisions des vaisseaux hépatiques dans le foie* *.
(Grossies 30 fois.)

sées chacune de nombreuses cellules, entre lesquelles se ramifient les racines de la veine porte et de l'artère hépatique, et d'où partent les radicules des veines hépatiques et des conduits biliaires.

Dans l'affection nommée *cirrhose*, le tissu du foie durcit, s'infiltre d'une matière granuleuse, et les vaisseaux capillaires s'atrophient. L'organe, considérablement augmenté de volume au début de la maladie, diminue beaucoup ensuite. Les canaux traversés par le sang se trouvant comprimés, ce liquide s'accumule dans la veine porte, qu'il distend, et la sérosité filtre dans la cavité péritonéale, où

* 1, 1, 1) Branches formées par la réunion des capillaires des lobules. — 2, 3, 4) Ramifications de la veine dans l'intérieur d'un lobule.

elle forme une hydropisie plus ou moins abondante. Cette accumulation de liquide gêne la circulation dans la veine cave et il en résulte une infiltration des membres inférieurs. En même temps, le diaphragme refoulé ne peut plus fonctionner, la respiration devient très-difficile, et le malade meurt souvent asphyxié. Toutes les causes qui produisent la congestion et l'inflammation du foie, notamment

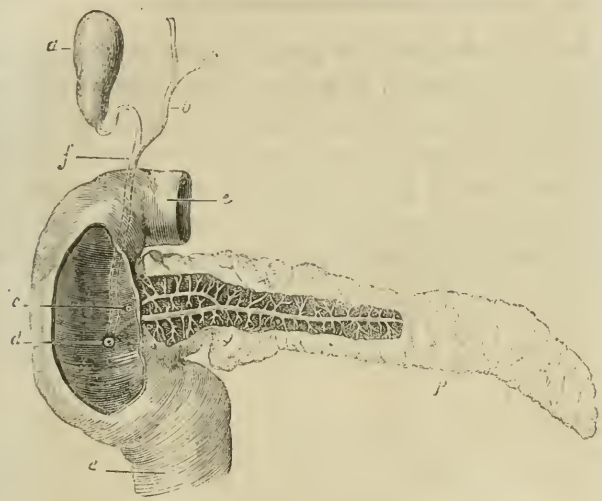


Fig. 46. — *Vésicule biliaire, canal cholédoque et pancréas* *.

les excès alcooliques et les maladies du cœur, peuvent amener cette redoutable affection. La cirrhose et l'hydropisie, qui en est la suite, sont si souvent la conséquence de l'ivrognerie, qu'on a pu dire avec raison que ceux qui vivent dans le vin meurent dans l'eau.

Les conduits biliaires, nés des innombrables lobules du foie, se réunissent en un canal, le *canal hépatique*, dont la continuation, nommée *canal cholédoque*, porte la bile dans un petit réservoir de 7 à 8 centimètres de longueur en forme de poire, appelé *vésicule biliaire*, placé sur la face inférieure du foie, au-dessus de la portion transverse du gros intestin, derrière la paroi abdominale, où on peut le sentir par la percussion.

* *a*) Vésicule biliaire. — *b*) Canal hépatique. — *c*) Ouverture dans l'intestin d'une branche libre du conduit pancréatique. — *d*) Ouverture dans l'intestin du canal cholédoque uni à l'autre branche du conduit pancréatique. — *e*, *e*) Duodénum. — *f*) Canal cholédoque. — *p*) Pancréas.

Sous l'influence de causes mal connues, il se forme quelquefois dans la vésicule biliaire des concrétions plus ou moins volumineuses qui franchissent difficilement le canal par lequel la bile se rend à l'intestin. Il en résulte des douleurs intolérables qui constituent les *coliques hépatiques*. Elles s'accompagnent d'une coloration jaunâtre de la peau due à la résorption de la bile, qui, ne pouvant plus s'écouler dans l'intestin, est retenue dans le foie.

Le *pancréas* est une glande en grappe d'une structure analogue à celle des glandes salivaires et destinée à la sécrétion d'un liquide nommé *suc pancréatique*, dont nous étudierons plus loin les usages. Il est placé dans l'abdomen, en avant de la colonne vertébrale, derrière l'estomac, entre les courbures du duodénum. Ses canaux excréteurs se réunissent en un conduit commun, le *canal pancréatique*, qui s'ouvre dans l'intestin grêle, à côté du canal cholédoque.

CHAPITRE II.

LA FAIM ET LA SOIF.

Causes et siége de la faim et de la soif. — Énergie de ces besoins. — Relation existant entre la fréquence des crimes et la cherté des céréales. — Effets produits sur l'homme par la privation d'aliments. — Observations faites en Belgique pendant la famine de 1846. — Influence de l'alimentation insuffisante sur la mortalité dans l'armée et dans les classes pauvres. — Faits observés pendant le siége de Paris en 1871. — Diminution graduelle du poids du corps par l'alimentation insuffisante. — Pertes éprouvées par les divers tissus. — Expériences de Chossat. — Phénomènes observés sur les animaux soumis à un jeûne prolongé. — Temps pendant lequel les êtres vivants supportent la privation d'aliments. — Influence fâcheuse de la diète dans les maladies. — Animaux hibernants. — Faits singuliers de privation prolongée d'aliments observés chez l'homme. — Expériences de Claude Bernard sur les crapauds, et de l'auteur, sur les reptiles.

I.

Lorsque la provision de matériaux nutritifs contenus dans le sang commence à s'épuiser, l'animal éprouve des sensations particulières qui constituent la faim et la soif.

Les éléments des organes fonctionnant sans relâche, les pertes qu'ils éprouvent doivent être continuellement réparées. Si l'animal n'est pas obligé de manger sans cesse, cela tient à ce que le sang est un réservoir nourricier dans lequel les tissus puisent constamment et que les aliments renouvellent à des intervalles peu éloignés.

La fréquence du besoin d'aliments est en rapport avec la dépense d'activité des organes. L'enfant, qui doit, non-seulement réparer ses pertes journalières, mais encore accumuler des matériaux pour croître, éprouve fréquemment le sentiment de la faim. Il en est de même des convalescents, qui ont à regagner ce qu'ils ont perdu pendant la maladie. Tout ce qui accélère le travail de la nutrition, l'exercice par exemple, développe la faim. Tout ce qui le ralentit,

l'existence sédentaire notamment, la diminue. Les animaux tels que les oiseaux dont la vie est très-active, supportent difficilement le jeûne, tandis que ceux chez lesquels la circulation est lente, les sécrétions peu considérables, tels que les reptiles, restent fort longtemps sans en être incommodés.

L'estomac est le siége apparent, mais non réel, de la faim. Des animaux auxquels on a enlevé cet organe ressentent en effet parfaitement ce besoin. Certaines lésions qui détruisent une grande partie de son tissu ne l'éteignent pas. La faim est l'expression d'un besoin général qui existe dans tout l'organisme, mais que nous ne percevons que dans l'estomac, absolument comme le besoin de dormir se manifeste par une sensation spéciale dans les yeux, sans qu'on puisse cependant localiser le sommeil dans ces organes. Son siége réel, comme du reste celui de tous les besoins, est dans le cerveau. Les substances qui agissent sur les centres nerveux, l'opium, le tabac, le chloroforme, par exemple, suspendent plus ou moins son action. Diverses affections cérébrales produisent le même effet. Les cas d'aliénés se refusant à prendre toute espèce d'aliments jusqu'à la mort ne sont pas rares.

On ignore si le sentiment de la faim est lié à une modification quelconque de l'estomac. Quelques physiologistes ont admis que cet organe, lorsqu'il est vide, sécrète un liquide qui irrite les papilles de la muqueuse et provoque le besoin d'aliments. L'observation a prouvé que cette sécrétion supposée n'existe pas. D'autres ont admis que la bile reflue dans l'estomac quand il ne contient pas de substances alimentaires et éveille, par son contact avec la muqueuse, la sensation de la faim : explication erronée, car la présence de ce liquide supprime, au contraire, l'appétit et détermine des nausées. On a supposé enfin que cette sensation est due aux contractions de l'estomac pendant sa vacuité ; mais nous savons aujourd'hui que cet organe ne se contracte d'une façon sensible que lorsqu'il contient des aliments, alors précisément que la faim n'existe plus.

On ignore également par quelle voie cette sensation se transmet au cerveau. Il est peu probable que ce soit par les nerfs pneumo-

gastriques qui se rendent à l'estomac, car leur section n'empêche pas toujours les animaux d'accepter les aliments qu'on met à leur portée.

II.

La soif est, comme la faim, l'expression d'un besoin général; elle annonce la nécessité de réparer les pertes aqueuses subies par le sang. Lorsque la quantité d'eau contenue dans ce liquide diminue, les sécrétions se ralentissent et les muqueuses tendent à se dessécher. C'est sur la muqueuse de l'arrière-bouche, qui est plus sensible et se dessèche plus facilement que les autres parties du tube digestif, que la soif se fait ressentir. On ne peut cependant la localiser dans cette région. La sensation de la soif, comme celle de la faim, a son siége dans le cerveau; mais nous ignorons comment cet organe est informé du besoin que le sang éprouve de réparer ses pertes; on ne peut indiquer avec certitude les nerfs chargés de cette transmission.

La soif peut être calmée sans qu'aucun liquide soit mis en contact avec l'arrière-bouche. Des naufragés, privés d'eau douce, ont pu apaiser leur soif et prolonger leur vie en se plongeant plusieurs fois par jour dans la mer. Dupuytren a réussi à éteindre la soif d'animaux soumis à l'ardeur du soleil en injectant de l'eau dans leurs veines.

Toutes les causes qui contribuent à diminuer la proportion d'eau contenue dans le sang déterminent la soif. C'est ainsi qu'agissent la chaleur et les exercices violents qui activent la transpiration et enlèvent au sang une partie de ses matériaux liquides. L'ingestion d'aliments secs, tels que les farineux, produit le même effet. Un animal qui mange 4 kilogrammes de foin emprunte au sang 16 kilogrammes de liquide pour humecter ce fourrage; aussi est-il obligé de boire beaucoup après son repas pour réparer cette perte. Les hémorrhagies abondantes, les diarrhées séreuses, les évacuations d'urine considérables qu'on observe dans le diabète, occasionnent également une soif très-vive.

III.

La première période de la faim est cette sensation agréable que l'on nomme l'*appétit*. Elle fait bientôt place à des tiraillements d'estomac qui deviennent de plus en plus violents et auxquels succède un état de souffrance dont les manifestations varient suivant les tempéraments : abattement et prostration complète chez les uns, délire furieux chez les autres.

De tous les besoins que les êtres vivants peuvent éprouver, le plus impérieux est certainement la faim. Pour la satisfaire, ils usent de toute leur énergie et emploient la plus grande partie de leur existence. L'homme, aiguillonné par elle, ne connaît ni la pitié ni l'amour, et l'histoire, en nous montrant, aux époques de famine, les mères dévorant leurs enfants, nous révèle son irrésistible force.

Il faut croire, écrit le professeur Longet, que chez l'homme privé d'aliments un état pathologique survient. Un délire particulier, celui de la faim, le délire famélique apparaît; sinon on se refuserait à admettre que le sentiment de l'égoïsme pût atteindre au degré où nous le voyons porté chez l'homme affamé. Pour lui, en vain les lois morales commandent, en vain les lois sociales menacent et répriment, la faim parle plus haut que les lois, que la raison, que les sentiments; devant ses ordres impérieux tout se tait. Aussi est-il reconnu que, dans les années de disette, les crimes contre les propriétés augmentent d'une manière sensible; que dans les pays incultes, où la chasse est à peu près la seule ressource alimentaire des indigènes, le cannibalisme s'est développé pour apporter son complément nécessaire au gibier qui se trouvait insuffisant. C'est ainsi que de l'un des tableaux publiés par Mêlier il résulte que la justice a plus de vols à punir pendant les années de cherté du blé que dans les années où il est à bas prix. Les exemples de cannibalisme occasionnellement produits ne sont malheureusement pas excessivement rares, et les relations de différents siéges, de plusieurs naufrages, dans leur horrible vérité, n'ont plus rien laissé à inventer à l'imagination des poëtes, puisqu'elles nous montrent des mères arrachant la vie à leurs propres enfants pour se nourrir de leurs cadavres. Où meurt le sentiment de la maternité, quel sentiment pourrait vivre encore*?

* Longet, *Physiologie*, t. I.

Sans doute l'existence de troubles intellectuels, coïncidant avec la privation prolongée d'aliments, a été souvent constatée. Les relations du naufrage de la *Méduse* nous montrent une partie des naufragés voulant briser le radeau qui les portait, bien que cette destruction fût la mort; mais les faits de ce genre sont rares. Les actes désespérés qu'accomplit l'animal sous l'empire de la faim n'ont généralement d'autre but que la satisfaction de ce besoin. Il est l'esclave de la nécessité et non de la folie, et si sa volonté est impuissante à réprimer les impulsions qui le dominent, c'est que de tous les instincts auxquels les êtres vivants obéissent, celui de la conservation est le plus puissant.

Les phénomènes qu'on observe sur l'animal soumis aux angoisses de la faim sont les suivants : après une période de calme plus ou moins longue, il devient très-agité et la température de son corps baisse graduellement. Le dernier jour de la vie, l'agitation fait place à un affaiblissement croissant. L'animal vacille sur ses jambes; sa tête est brûlante, ses extrémités froides. Bientôt il tombe sur le côté et y reste sans pouvoir se relever. La respiration se ralentit, la sensibilité diminue, la pupille se dilate, la chaleur baisse de plus en plus, descend à 24 degrés environ pour les espèces à sang chaud, et l'animal succombe sans agitation ou après quelques convulsions, avec tous les symptômes de la mort par le froid.

Les effets produits par la faim varient du reste suivant que la privation d'aliments est absolue ou qu'il y a seulement alimentation insuffisante. Les phénomènes qui se manifestent dans ce dernier cas ont été plusieurs fois observés sur l'homme, notamment pendant la famine qui a sévi en Belgique en 1846, et dont Meersman a tracé un saisissant tableau.

« Le premier degré de la maladie, dit cet auteur, était caractérisé par tous les signes qui sont propres à l'appauvrissement du sang : la pâleur, l'amaigrissement, la tristesse, le découragement, la difficulté de la digestion, l'existence de flatuosités, l'irrégularité des déjections, la distension du ventre, l'enflure des extrémités inférieures, la suppression ou l'abondance insolite du flux menstruel chez les femmes, la stérilité, l'affaissement du système musculaire et, par suite, la douleur dans les membres, les mouvements pénibles,

le travail difficile. Dans cet état, l'homme végète et traîne une existence misérable, bientôt traversée par des épreuves plus cruelles encore, car à mesure que sa détresse se prolonge, et en raison directe de son affaiblissement, chaque individu voit se développer en lui les affections chroniques propres à sa constitution ou à sa profession. Les maladies spécifiques, qui étaient restées stationnaires à l'état de germe ou même de simple prédisposition, se réveillent avec violence.

« Ce qui frappait d'abord, c'était l'extrême maigreur du corps, la livide pâleur du visage, les joues creuses, et surtout l'expression du regard, dont on ne pouvait perdre le souvenir quand on l'avait subi une fois. Il y avait, en effet, une étrange fascination dans cet œil où toute la vitalité de l'individu semble s'être retirée, qui brille d'un éclat fébrile, dont la pupille, énormément dilatée, se fixe sur vous sans clignotement et avec un étonnement interrogatif où la bienveillance se mêle à la crainte. Les mouvements du corps sont lents, la marche chancelante; la main tremble; la voix, presque éteinte, chevrotte. L'intelligence est profondément altérée; les réponses sont pénibles; la mémoire, chez la plupart, est à peu près abolie. Interrogés sur les souffrances qu'ils endurent, ces infortunés répondent qu'ils ne souffrent pas, mais qu'ils ont faim !

« La peau était sèche, jaune, semblable à du parchemin; l'exhalation, qui dans l'état ordinaire se fait sur toute la surface d'une manière insensible, s'opérait dans ce cas par voie sèche. Les pores du derme rejetaient une poussière visqueuse qui, s'accumulant et se concrétant, recouvrait le corps d'une croûte noirâtre, pulvérulente et d'une fétidité horrible. Il n'est pas un seul praticien qui n'ait eu l'occasion d'observer ce fait. Souvent on attribuait cet état de la peau à la malpropreté, au défaut de soin; mais en y faisant plus d'attention, on était bientôt convaincu que c'était le résultat d'une altération profonde des fonctions de l'enveloppe cutanée; car, dans les localités dont les ressources permettaient d'envoyer les indigents épuisés à l'hôpital, on mettait ceux-ci vainement aux bains : à peine les lotions avaient-elles purifié la surface du corps, que quelques heures suffisaient pour qu'elle fût de nouveau recouverte par le produit de cette sécrétion anomale. Dans ces conditions, la peau laissait à la main qui la touchait une impression âcre, mordicante

et prolongée, et l'imprégnait pour longtemps d'une odeur repoussante.

« Les malheureuses victimes du fléau ne mouraient pas toutes de la même manière. Chez les uns, c'était dans la poitrine que se concentraient les symptômes qui déterminaient la mort; la toux et les glaires les étouffaient, ou ils suffoquaient par suite d'une collection séreuse dans le péricarde. Chez les autres, c'était sur les intestins que la maladie exerçait ses derniers ravages : une diarrhée colliquative les emportait. Il y en avait qui, après quelques heures d'un sommeil léthargique, expiraient sans agonie. Plusieurs succombaient au premier accès d'une fièvre intermittente qui devait revêtir le caractère pernicieux chez des sujets déjà en grande partie anéantis. L'anasarque et l'ascite en enlevaient un bon nombre.

« Parmi les victimes de la disette, il s'en rencontrait que les affections accidentelles épargnaient comme pour leur faire traverser toutes les épreuves de l'épuisement et de la dissolution organique. Dans ce cas, les symptômes d'anéantissement devenaient successivement plus intenses. La décrépitude avait envahi tous ces malheureux; les enfants, les jeunes gens, les adultes, les hommes parvenus à la maturité de l'âge, portaient sur tout le corps des rides, le desséchement, l'exténuation de la vieillesse : c'étaient de véritables squelettes vivants, incapables de soulever leurs membres décharnés, gisant lourdement, sans voix, avec un œil sans regard, enfoncé dans l'orbite et à moitié voilé par des paupières presque transparentes et chassieuses. Parfois ils étaient horriblement secoués par une toux sèche et convulsive. Enfin on voyait apparaître les derniers indices de l'extrême appauvrissement du sang : la peau se couvrait de vastes ecchymoses ou de taches pourprées qui devenaient confluentes quelquefois, et ces tristes victimes de la faim rendaient le dernier soupir au milieu de l'agitation, de la carphologie ou de la fatigante loquacité du délire famélique. »

C'est à l'alimentation insuffisante qu'il faut attribuer la mortalité considérable qui sévit dans les classes inférieures de la société. Sur 1000 individus élevés dans l'aisance, 911, d'après Casper, atteignent l'âge de 15 ans, tandis que sur 1000, nés dans la pauvreté, 584 seulement y parviennent. On comprend facilement qu'il en

soit ainsi quand on sait que dans plusieurs pays, en France notamment, non-seulement la majorité de la population est très-mal nourrie, mais, de plus, que la production annuelle des substances alimentaires est complétement insuffisante pour l'entretien normal de tous les habitants, ainsi que nous le verrons dans un prochain chapitre.

C'est également à l'alimentation insuffisante qu'il faut attribuer, d'après le professeur Michel Lévy, la mortalité des soldats français, mortalité qui s'élève à un chiffre très-supérieur à celui qu'elle atteint chez les soldats anglais. Les seconds sont bien nourris, tandis que les premiers le sont fort mal. Dans les grades supérieurs, la mortalité diminue : elle se règle en quelque sorte sur le tarif de la solde.

L'influence qu'une alimentation insuffisante peut avoir sur la mortalité a été récemment mise en relief, d'une façon éclatante, par les recherches statistiques du docteur Chenu, ancien médecin principal de l'armée de Crimée. Pendant le premier hiver de la campagne de 1855, l'armée anglaise et l'armée française, également mal nourries et placées dans de mauvaises conditions hygiéniques, perdirent en blessés : la première, 5,79 p. 100 de son effectif; la seconde, 2,31 p. 100. Mais en Angleterre le service médical est placé sous la direction absolue des médecins, au lieu d'être complétement subordonné, comme en France, à des administrateurs généralement incompétents. Aussi, le régime alimentaire des soldats anglais fut-il profondément modifié, tandis que celui des soldats français resta le même. Il en résulta que, l'hiver suivant, l'armée anglaise, qui primitivement avait été la plus frappée, ne perdit, pour cause de maladies, que 441 soldats sur un effectif de 50,000 hommes, tandis que l'armée française, sur 130,000 hommes, eut 106,000 malades et en perdit 20,000. Jamais peut-être plus mémorable exemple ne fut donné des conséquences désastreuses que peut avoir l'ignorance des lois de l'hygiène sur l'existence des hommes.

L'alimentation insuffisante place l'individu qui y est soumis dans un état de faiblesse qui le rend apte à contracter facilement un grand nombre de maladies. Les affections épidémiques, le choléra notamment, sévissent surtout sur les individus affaiblis par une

mauvaise nourriture*. Les auteurs qui se sont occupés de cette question ont constaté que toutes les fois que le prix du blé augmente, le chiffre de la mortalité s'accroît également.

Les effets de l'alimentation insuffisante ont été mis en évidence sur une large échelle pendant le siége de Paris. Chez les personnes peu vigoureuses, les enfants et les vieillards notamment, la mortalité a été terrible. En dehors des soldats tués par l'ennemi, la population parisienne a perdu pendant le siége 42,000** individus

*Voy., à ce sujet, nos *Recherches sur le mode de contagion et la nature du choléra*, in-8°. Paris 1868.

**MORTALITÉ pendant le siége de Paris et pendant l'armistice.	ANNÉE 1870-1871.	SEMAINES correspondantes de l'année précédente.
Du 18 au 24 septembre 1870.	1,272	820
Du 25 septembre au 1er octobre	1,344	713
Du 2 au 8 octobre.	1,483	747
Du 9 au 15 octobre	1,610	752
Du 16 au 22 octobre.	1,746	825
Du 23 au 29 octobre.	1,878	880
Du 30 octobre au 5 novembre	1,762	921
Du 6 au 12 novembre	1,885	877
Du 13 au 19 novembre.	2,064	900
Du 20 au 26 novembre.	1,927	933
Du 27 novembre au 3 décembre.	2,023	846
Du 4 au 10 décembre	2,455	882
Du 11 au 17 décembre	2,728	955
Du 18 au 24 décembre	2,728	980
Du 25 au 31 décembre	3,280	921
Du 1er au 6 janvier 1871	3,680	1,106
Du 7 au 13 janvier	3,982	998
Du 14 au 20 janvier.	4,465	980
Du 21 au 27 janvier.	4,376	1,044
Du 28 janvier au 3 février	4,671	1,105
Du 3 au 10 février	4,451	1,139
Du 11 au 17 février	4,103	1,292
Du 18 au 24 février	3,941	1,362
Total des décès à Paris du 18 septembre 1870 au 24 février 1871.		64,154
Total des décès pendant la période correspondante.		21,978
Augmentation.		42,176

de plus que pendant la période correspondante de l'année précédente. Parmi les affections qui ont le plus contribué à cette immense hécatombe, la dysenterie, les maladies de poitrine et la fièvre typhoïde tiennent le premier rang.

Le phénomène le plus constant de la privation complète ou partielle d'aliments est la diminution du poids du corps. Les recherches de Chossat ont prouvé que lorsque cette perte s'élève aux 4/10 environ du poids primitif de l'animal, la mort en est le résultat.

Que l'animal soit insuffisamment nourri ou qu'il ne le soit pas du tout, le résultat est finalement le même. La mort arrive aussitôt qu'il a éprouvé la perte de poids que nous venons d'indiquer.

La diminution de poids constatée chez l'animal qu'on soumet à l'abstinence provient de ce qu'il se nourrit aux dépens de sa propre substance. Il continue ainsi à se dévorer lui-même jusqu'à ce que ses organes aient subi des altérations incompatibles avec la vie.

Tous les tissus ne concourent pas dans une égale proportion aux pertes supportées par les organes pendant la privation d'aliments. Dans ses expériences sur les animaux, Chossat a constaté que la graisse se réduisait au dixième de son poids primitif et que le tissu musculaire diminuait de moitié. Les os et les nerfs, au contraire, ne subissaient que des variations très-légères, ce qui semble prouver que c'est dans les tissus graisseux et musculaire, ainsi que dans le sang, que les phénomènes de nutrition sont le plus actifs. Il nous paraît cependant probable que si le poids du tissu nerveux ne varie pas, c'est que son activité est telle qu'il se nourrit aux dépens des autres tissus.

IV.

Le temps pendant lequel les animaux peuvent supporter la privation d'aliments varie suivant leur espèce et leur âge. La vie dure davantage chez l'animal à sang froid que chez l'animal à sang chaud. Elle persiste également plus longtemps chez les individus âgés que chez les individus très-jeunes. En expérimentant sur des chiens âgés de quatre jours, Magendie vit la mort survenir après quarante-huit heures d'abstinence, tandis que des animaux âgés de

quelques années résistaient quelquefois à plus de trente jours de diète absolue. Le Dante, en nous décrivant dans son *Enfer* le supplice d'Ugolin, a eu raison de nous montrer les fils de cet infortuné succombant aux tortures de la faim avant que leur père en fût lui-même victime.

La résistance des sujets âgés à l'inanition ne provient pas de ce qu'ils peuvent supporter des pertes plus considérables que les jeunes, mais seulement de ce que leurs organes, fonctionnant moins activement, éprouvent des déperditions moindres. C'est pour la même raison que les animaux à sang chaud, chez lesquels la nutrition est très-active, ne supportent pas longtemps la privation d'aliments, tandis que les espèces à sang froid, chez lesquelles l'activité des organes est lente, la tolèrent sans peine. En évitant tout travail musculaire afin de ralentir l'usure des tissus et en maintenant artificiellement le corps à sa température normale, on se placerait dans les meilleures conditions pour résister le plus longtemps possible aux effets d'une diète prolongée.

Les observations faites sur l'homme prouvent que dans l'état de santé il ne peut vivre plus de huit à quinze jours sans aliments. Pendant la maladie, il peut supporter un jeûne beaucoup plus long, parce que l'activité de ses organes est considérablement ralentie. Mais la privation prolongée d'aliments n'en a pas moins des effets funestes, et à l'époque où, faute de notions physiologiques précises, le danger d'une diète trop longue n'était pas compris des médecins, cette méthode de traitement a fait de nombreuses victimes. La privation d'aliments est une cause de mort qui accompagne silencieusement toute maladie dans laquelle l'alimentation n'est pas suffisante, et peut, si elle est continuée trop longtemps, amener la cessation de la vie avant la maladie elle-même.

Quelques animaux à sang chaud, tels que la marmotte par exemple, passent plusieurs mois de l'hiver engourdis et sans manger. Cependant les phénomènes de nutrition ne sont pas suspendus chez eux, ils sont seulement très-ralentis, et ces animaux se nourrissent en réalité aux dépens de leurs tissus. Les expériences de Valentin ont prouvé que pendant leur sommeil hivernal les mar-

mottes perdaient environ un tiers de leur poids, perte portant presque exclusivement sur la graisse et les muscles.

Chez l'homme, on a observé quelques exemples d'un sommeil prolongé ainsi pendant plusieurs mois. M. Blandet a communiqué à l'Académie des sciences l'histoire d'une jeune femme de 24 ans qui s'endormit le jour de Pâques 1862 pour se réveiller en mars 1863. Pendant ce temps, la respiration était à peine perceptible, la sensibilité nulle. Dès l'âge de 18 ans, cette femme avait eu un accès de sommeil léthargique qui avait duré quarante jours. Des faits de cette nature ont été constatés plusieurs fois. En 1868, le docteur Legrand du Saulle en a observé un dans son service de Bicêtre. Les individus ainsi endormis sont dans le cas des animaux hibernants; leurs fonctions étant excessivement ralenties, ils consomment fort peu et vivent aux dépens de leur propre substance.

Chez les animaux à sang froid, la résistance à la diète est vraiment prodigieuse. Des crapauds enfermés dans des blocs de plâtre y ont vécu plusieurs années sans paraître souffrir de cette privation absolue d'aliments. En 1862, Claude Bernard enferma un de ces batraciens dans un vase poreux entouré de terre saturée d'humidité et placé à une certaine profondeur dans le sol. Au bout d'une année, le crapaud était en vie. On l'enterra de nouveau, et un an après il vivait encore. A la troisième exhumation, répétée à un an d'intervalle, c'est-à-dire en 1864, il était mort. D'après le savant physiologiste, la mort pourrait fort bien n'avoir été que le résultat du froid rigoureux qui régnait cette année et qui permit à la gelée de pénétrer plus avant dans la terre que les années précédentes.

Les crapauds ne sont pas, du reste, les seuls animaux qui puissent supporter des jeûnes prolongés. En 1866, j'ai pris, dans la forêt de Fontainebleau, une magnifique vipère que j'ai conservée quinze mois vivante, bien qu'elle n'ait voulu accepter d'autre aliment que de l'eau, j'ai voulu répéter la même expérience sur un orvet, mais au bout de trois mois il était mort.

L'homme et les autres animaux résistent moins longtemps à la privation de boissons qu'à celle d'aliments solides, et le sentiment de douleur déterminé par la soif est plus vif que celui que provoque

la faim. La bouche est d'abord pâteuse, la gorge desséchée, puis la peau devient brûlante et il se manifeste une fièvre intense accompagnée d'une accélération marquée des mouvements respiratoires et de conceptions délirantes relatives au besoin de boissons que le malade éprouve. La mort termine ces souffrances au bout d'un temps qui ne dépasse guère quatre ou cinq jours pour l'homme. A l'autopsie, on trouve les tissus desséchés, le sang épaissi et les divers viscères considérablement enflammés.

Nous voyons, par tout ce qui précède, que la faim et la soif constituent les plus impérieux des besoins dont les êtres vivants sont esclaves. Expressions de la nécessité où se trouvent les organes, usés par leur activité même, de se renouveler sans cesse sous peine de ne plus fonctionner, elles sont les aiguillons puissants que la nature a mis en nous afin que les plus indispensables des conditions de l'existence ne puissent être oubliées jamais.

CHAPITRE III.

SOURCE DES FORCES DES ORGANES.

LES ALIMENTS

Substances qui entrent dans la composition des aliments. — Fibrine. — Caséine. — Albumine. — Corps gras. — Sucre et matières amylacées. — Matières minérales. — Impossibilité de diviser les aliments en plastiques et respiratoires. — Composition et valeur nutritive des diverses espèces d'aliments. — Viandes et produits qui en dérivent. — Gélatine et osséine. — Minime valeur nutritive du bouillon et de l'extrait de viande. — Poissons, crustacés et mollusques. — Œufs. — Lait, beurre et fromage. — Huiles et graisses. — Aliments sucrés. — Froment et céréales. — Pommes de terre. — Graines des légumineuses. — Légumes herbacés. — Champignons et truffes. — Chocolat, café et thé. — Imperfection des connaissances relatives à l'action de ces substances. — Observations de l'auteur. — Eau et boissons. — Importance de la pureté de l'eau au point de vue hygiénique. — Boissons fermentées : vin, bière, alcool. Erreurs professées sur les propriétés de ces substances.

I.

Les aliments constituent les matériaux destinés à fournir aux êtres vivants les éléments de leur croissance et à réparer leurs pertes. Ils produisent également, par leur transformation, la chaleur, l'électricité et les diverses forces que l'organisme met en jeu. On a pu même, ainsi que nous le verrons plus loin, mesurer d'une façon précise la chaleur et la force engendrées par chacun d'eux.

Empruntés aux trois règnes de la nature, les aliments doivent contenir dans leur composition tous les éléments qui entrent dans la structure des parties qu'ils sont destinés à régénérer ou à former.

La plupart des substances alimentaires proviennent des végétaux et des animaux, c'est-à-dire de corps ayant déjà vécu. Détruire est pour les animaux la loi fatale de l'existence. Seuls, les végétaux peuvent emprunter au monde minéral les matériaux de leurs organes.

La chimie moderne a prouvé que le végétal et l'animal sont

composés de substances identiques, mais associées dans des proportions diverses. L'être qui se nourrit exclusivement de végétaux et celui qui ne fait sa nourriture habituelle que de tissus animaux assimilent exactement les mêmes principes. On pourrait, du reste, nourrir parfaitement un herbivore avec de la chair, et réciproquement un carnivore avec des végétaux, en ayant seulement soin de modifier la quantité des aliments qu'on leur distribue, la plante contenant, sous un même volume, moins de principes nutritifs que la substance animale.

Tous les aliments, quelle qu'en soit la nature, sont composés d'un petit nombre de principes immédiats, compris dans les trois groupes suivants : *Matières organiques azotées*, *matières organiques non azotées*, *matières minérales*.

Les *matières organiques azotées* sont celles qui contiennent une forte proportion d'azote, telles que la chair musculaire, la fibrine, l'albumine, la caséine etc. On leur donne souvent le nom de *matières albuminoïdes*, en raison de leur analogie avec l'albumine.

Les *matières organiques non azotées* sont celles dans la constitution desquelles l'azote n'entre pas comme élément. Elles comprennent : les *matières grasses*, telles que l'huile, les graisses, le beurre; les *matières amylacées*, telles que l'amidon, les gommes, et enfin les *substances sucrées*. Elles sont composées de carbone, d'oxygène et d'hydrogène.

Les *matières minérales* sont l'eau et les différents sels, tels que le chlorure de sodium, le phosphate de chaux etc.

D'après Liebig, les aliments azotés (chair musculaire, albumine etc.) serviraient à la formation des tissus, d'où le nom d'*aliments plastiques* qu'il leur a donné. Les aliments non azotés (graisse, fécule etc.), en se combinant avec l'oxygène absorbé par la respiration, serviraient à entretenir la chaleur dans l'animal, d'où le nom d'*aliments de combustion* ou *respiratoires*, sous lequel il a désigné ces derniers.

Cette distinction, reproduite encore dans presque tous les traités de physiologie, est loin d'être aussi absolue qu'on le croit généralement. Les aliments plastiques, en effet, engendrent de la chaleur,

puisqu'ils se combinent avec l'oxygène pour former de la vapeur d'eau, de l'acide urique, de l'acide carbonique et les divers produits de la désassimilation des organes. Si l'on devait, du reste, qualifier d'aliments plastiques tous les aliments qui concourent à la formation des tissus, il faudrait ranger parmi eux les diverses substances minérales, et notamment l'eau, qui forme la plus grande partie du poids total du corps.

Quant aux aliments respiratoires, ce ne sont pas de simples matériaux de combustion, car plusieurs d'entre eux, la graisse notamment, entrent dans la structure de divers tissus.

Nous allons maintenant examiner séparément chacun des principes immédiats qui entrent dans la composition des aliments : *albumine, fibrine, caséine, graisses, substances amylacées* et *sucrées*, et *matières minérales*.

L'*albumine* est un liquide incolore, filant, qui forme la presque totalité du blanc d'œuf. Elle jouit de la propriété de se coaguler sous l'influence de la chaleur. On la rencontre dans le règne animal comme dans le règne végétal, dans le suc des plantes comme dans le sérum du sang.

La *fibrine* est une substance qui se présente sous forme liquide et sous forme solide. Dans le sang, elle se trouve à l'état liquide; mais elle se prend en masse lorsqu'il est extrait des vaisseaux où il circule. Dans la viande, où elle constitue l'élément fondamental des muscles, elle est à l'état solide. Quelques chimistes admettent que la fibrine des muscles, à laquelle ils donnent le nom de *musculine*, diffère beaucoup de celle du sang.

La *caséine* est une substance ordinairement liquide qu'on rencontre dans le lait, et qui sert à la fabrication du fromage lorsqu'elle est coagulée sous l'influence des acides. On la trouve aussi dans les végétaux; les Chinois fabriquent une sorte de fromage très-estimé et tout-à-fait analogue à celui préparé avec du lait, en chauffant ensemble de l'eau et certaines variétés de pois et ajoutant ensuite du plâtre au mélange pour le faire cailler.

L'*albumine*, la *caséine* et la *fibrine* sont composées de carbone, d'oxygène, d'azote et d'hydrogène, associés à du soufre et à du

phosphore. Leur composition et leurs réactions chimiques sont presque identiques.

L'albumine peut se transformer en fibrine et en caséine, et il paraît probable que ces trois substances sont susceptibles de se transformer en matières grasses, bien que la chimie n'ait pas encore réalisé cette transformation. Ce n'est guère que de cette façon, en effet, qu'on peut expliquer l'engraissement d'animaux dont les tissus contiennent beaucoup plus de graisse que n'en renfermait la somme des rations alimentaires qu'ils ont absorbées pendant leur existence.

Les substances azotées, albumine, fibrine, caséine etc., servent à la construction et à l'entretien des tissus. Elles contribuent, dans une certaine proportion, ainsi que nous l'avons dit précédemment, à la production de la chaleur.

Les *corps gras* sont des substances solides ou liquides tachant le papier, insolubles dans l'eau, solubles dans l'éther et susceptibles de se décomposer, sous l'influence des alcalis, en un corps neutre, la glycérine, et divers acides, acides margarique, oléique etc., qui se combinent avec l'alcali pour donner naissance à des corps désignés sous le nom de *savons* et dont les usages industriels sont bien connus. Dans les corps gras, les acides sont combinés avec la glycérine pour former la margarine, l'oléine, la stéarine etc. C'est avec le dernier de ces composés que se fabriquent les bougies.

Les corps gras se rencontrent dans le règne animal et dans le règne végétal. Ils existent à l'état liquide dans les graines et la partie charnue de divers fruits, et à l'état solide dans les tissus des animaux, où ils constituent la graisse proprement dite. On les trouve en forte proportion dans le lait et dans le beurre.

Les corps gras se combinent facilement avec l'oxygène pour former de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau. Cette combinaison engendre une quantité de chaleur considérable, ce qui leur a fait donner le nom d'*aliments combustibles*, ainsi que nous le disions plus haut. Un gramme de graisse, en se combinant avec l'oxygène, développe assez de chaleur pour augmenter d'un degré la température de 9 litres d'eau, ou pour élever près de 4000 kilogr. à la hauteur de 1 mètre. Les corps gras contribuent donc, non-

seulement à la production de la chaleur, mais encore à l'entretien de la force mécanique. Ils paraissent, en outre, faciliter la digestion de certains aliments. D'après Lehmann, les animaux digèrent moins facilement les substances albuminoïdes non mélangées de graisse que celles qui en contiennent. Les matières grasses aident également à la formation de divers éléments du corps, la bile et le tissu nerveux notamment.

L'utilité des corps gras, pour entretenir la chaleur, est instinctivement comprise par les habitants des pays froids. Les Esquimaux, qui ont à lutter contre les températures très-basses des pôles, n'y résistent qu'en faisant entrer des quantités considérables d'huile dans leur alimentation; sous l'équateur, un pareil régime serait rapidement mortel.

Les *substances sucrées* sont composées de carbone associé à de l'oxygène et à de l'hydrogène dans la proportion nécessaire pour former de l'eau, d'où le nom d'*hydrates de carbone*, qu'on leur donne quelquefois, ainsi qu'à l'amidon et aux gommes, qui présentent les plus grandes analogies avec elles. Soumises à l'influence de la fermentation, elles se décomposent en alcool et en acide carbonique, réaction sur laquelle est basée la fabrication des liquides spiritueux.

Le sucre se rencontre dans un grand nombre de plantes, notamment dans les tiges de canne, de maïs, les racines de betteraves, les ananas, la séve des palmiers etc.; on le trouve aussi dans plusieurs produits d'origine animale, tels que le lait et le miel.

Comme les corps gras, les matières sucrées sont des aliments combustibles; mais elles produisent moitié moins de chaleur que l'oxydation des premiers.

Les *matières amylacées*, c'est-à-dire les matières de la nature de l'amidon, sont très-répandues dans le règne végétal. Elles ont la même composition que le sucre et se transforment facilement en cette substance.

L'amidon ou fécule, type des matières amylacées, se rencontre dans les graines, tiges ou racines d'un grand nombre de végétaux: froment, avoine, orge, maïs, riz, fèves, pois, haricots, lentilles, pommes de terre, châtaignes etc.

L'amidon contenu dans les graines constitue une provision d'aliments destinée à entretenir la plante jusqu'à ce qu'elle puisse emprunter à l'atmosphère et au sol les éléments de son existence. Quand le végétal germe, il contient un principe nommé *diastase*, qui tranforme successivement les matières féculentes en dextrine et en une variété de sucre nommée *glycose*. Pendant le travail de la digestion, les substances féculentes éprouvent des transformations analogues.

L'amidon et les diverses fécules peuvent également se tranformer en graisse. Un animal nourri exclusivement de maïs, substance pauvre en matière grasse, engraisse cependant rapidement. Le même phénomène a été observé sur des cochons nourris de pois et de pommes de terre.

On peut rapprocher des matières amylacées la *cellulose*, substance qui forme la partie fondamentale des cellules des végétaux. Sa composition est celle de l'amidon; elle peut être transformée en dextrine et en glycose sous l'influence de plusieurs acides.

On peut encore rapprocher des mêmes substances les *gommes* et la *pectose*. Les gommes sont des matières qui exsudent de certains arbres, sous forme d'un liquide épais translucide durcissant à l'air. Elles ont la même composition que l'amidon, mais en diffèrent par leur solubilité dans l'eau et leurs réactions chimiques. Elles paraissent n'éprouver aucune modification en traversant le tube digestif. La pectose est une substance insoluble qui existe dans les fruits verts. Pendant la maturation, elle se transforme en une substance soluble, la *pectine*, susceptible elle-même de se transformer en dextrine comme l'amidon. C'est à l'insolubilité de la pectose qu'est dû en partie le peu de digestibilité des fruits verts.

Les *matières minérales* employées comme aliments se trouvent généralement associées aux différentes substances que nous venons de mentionner. Les plus indispensables à l'alimentation sont le phosphate et le carbonate de chaux, qui constituent la partie solide des os; le fer, le chlorure de sodium et le carbonate de soude, qui entrent dans la composition du sang; le soufre, qui fait partie de divers tissus, notamment des ongles, et enfin l'eau, qui se trouve en proportion considérable dans le corps humain, puisqu'elle forme les

trois quarts de son poids; c'est elle qui donne au sang la fluidité dont il a besoin pour circuler dans les vaisseaux.

De nombreuses expériences ont démontré l'utilité des matières minérales dans l'alimentation. Ainsi les animaux de la nourriture desquels on a soin d'exclure le phosphate* et le carbonate de chaux finissent par succomber, et, à l'autopsie, on constate que leurs os sont devenus très-friables. Lorsqu'on empêche les poules d'avaler les petits fragments de terre dans lesquels elles trouvent les sels calcaires nécessaires pour former les matières de la coque de l'œuf, elles ne pondent plus ou ne pondent que des œufs privés de coquille.

Le sel a également une valeur alimentaire incontestable. Le corps de l'homme en contient plus de 200 grammes et il forme la moitié du poids total des matières solides du sang. Les animaux auxquels on l'administre engraissent assez rapidement. Il paraît agir non-seulement en stimulant la faim et la soif, mais encore en favorisant la dissolution et l'absorption des matières azotées. Ses fonctions ne sont pas, du reste, bien connues; ce qui est certain, c'est que la privation du sel a une influence fâcheuse sur la santé des animaux : ceux qui n'en reçoivent pas une quantité suffisante s'affaiblissent promptement. Lorsque, dans un but d'expérimentation physiologique, on dépouille de toute trace de sel leurs aliments, ils ne tardent pas à succomber.

Le fer paraît avoir également une utilité considérable. Sa proportion, dans le sang, ne peut diminuer sans que la santé en éprouve une certaine altération.

II.

Les divers principes que nous venons d'examiner : fibrine, albumine, corps gras, matières minérales etc., constituent les éléments dont les substances alimentaires sont formées. Nous allons main-

* Suivant divers auteurs, les phosphates, outre le rôle qu'ils jouent dans la formation des os, seraient l'aliment spécial du système nerveux. D'après les recherches récentes du docteur J. Andrews, l'acide phosphorique, à la dose de 1 à 10 grammes, exercerait une action stimulante toute spéciale sur le cerveau et permettrait de soutenir sans fatigue un travail intellectuel prolongé.

tenant, en étudiant séparément les aliments les plus répandus, indiquer la composition et la valeur nutritive de chacun d'eux.

Chair des animaux. La viande est un produit comestible excessivement précieux. Les matières azotées et les composés minéraux qu'elle contient en font une substance très-nutritive sous un petit volume. Malheureusement sa production n'est pas suffisante pour que tout le monde puisse en faire usage. La généralité des Français ne consomme pas le quart de la viande nécessaire pour constituer une alimentation normale. L'Angleterre nous est bien supérieure sous ce rapport, car tandis que chaque habitant de la France ne consomme, en moyenne, que 57 grammes de viande par jour, l'Anglais en absorbe 224 grammes *.

Paris est à peu près la seule ville de France où la viande entre en proportion suffisante dans l'alimentation. En divisant le chiffre total de la consommation de la chair animale par le nombre des habitants, on arrive à ce résultat, que chaque Parisien mange 273 grammes de viande par jour. Bien que Paris ne représente que le vingtième de la population, la grande ville retient pour elle le quart de la production annuelle de viande de boucherie en France. Si chaque Français adoptait, pendant trois mois, le régime alimentaire d'un Parisien, une disette complète de viande s'ensuivrait immédiatement.

La viande et les poissons présentent de très-grandes analogies dans leur composition. Ces derniers contiennent seulement une plus forte proportion d'eau et moins de graisse que les premiers. C'est, du reste, principalement par la richesse en graisse que diffèrent les diverses espèces de viande. Les tissus qui renferment très-peu de matières grasses, tels que ceux du lapin, sont privés d'une partie de leurs principes nutritifs. Ceux qui en contiennent beaucoup, la chair d'oie et de canard par exemple, sont très-nourrissants, mais d'une digestion un peu difficile.

* Ces moyennes, comme du reste toutes les moyennes en général, n'ont rien de précis. On les a obtenues en divisant entre toutes les têtes la totalité de la viande consommée; or il est bien évident que ce n'est pas ainsi que la consommation se répartit; les uns mangent une quantité suffisante de cet aliment, les autres en mangent peu ou pas du tout.

La chair des crustacés (écrevisses, homards etc.), ainsi que celle des mollusques (huîtres, escargots etc.), se rapproche beaucoup de la viande par sa composition. Seulement ces derniers renferment une proportion d'eau plus élevée. La chair des mollusques est très-nourrissante, contrairement au préjugé qui règne à cet égard. Une douzaine d'huîtres contient 100 grammes environ de chair comestible, et si l'on voit beaucoup de personnes en absorber des quantités considérables sans perdre leur appétit, c'est que probablement ces animaux, quand ils sont crûs, traversent l'estomac sans être digérés. Lorsqu'on mange les huîtres cuites, on en est vite rassasié.

La chair des animaux sert de base à diverses matières comestibles, dont une des plus importantes est le bouillon. Chacun connaît la composition de ce liquide *; mais ce qu'on ignore généralement, c'est qu'il est loin d'avoir les propriétés nutritives qu'on lui attribue. Un litre de bouillon ne représente, en effet, que 12 grammes de matières alimentaires constituées par de la graisse, de la gélatine et diverses substances organiques. Une assiette à soupe, complétement pleine de bouillon, en contient 500 grammes, renfermant 6 grammes seulement de substances nutritives. On ne peut donc attribuer des propriétés alimentaires sérieuses à ce liquide. Son action stimulante incontestable est due, probablement, à sa température et surtout à quelques-uns des sels et des matières organiques qu'il tient en dissolution, notamment la créatine, substance très-analogue à la caféine par sa composition. Le bouillon est, suivant

* Dans les hôpitaux de Paris on obtient le bouillon en introduisant dans 100 litres d'eau froide 41 kilogr. de viande, 8 kilogr. de plantes potagères, 1 kilogr. de sel, 30 gr. d'oignons brûlés, et faisant bouillir lentement le mélange pendant 7 heures. On peut, suivant Liebig, faire du bouillon très-rapidement en mettant dans un litre d'eau avec une quantité suffisante de sel 1 kilogr. de viande hachée sans graisse. On chauffe lentement le mélange et, après quelques minutes d'ébullition, l'opération est terminée. On a ainsi un bouillon excellent, mais en revanche un bouilli détestable. Pour obtenir le contraire, c'est-à-dire un bouillon médiocre et un bouilli parfait, il faut que la viande soit plongée en morceaux volumineux dans l'eau bouillante, on ne maintient l'ébullition que pendant quelques minutes et on laisse l'opération s'achever à une température de 70 degrés environ. Sous l'influence de l'ébullition, l'albumine de la viande se coagule et forme à sa surface une sorte de vernis protecteur, qui empêche les matières sapides et odoriférantes de s'échapper. Ces principes sapides, que la viande retient, le bouillon en sera naturellement dépourvu.

nous, beaucoup plus comparable au thé et au café qu'à un aliment proprement dit.

A une époque où les connaissances chimiques et physiologiques n'étaient pas aussi avancées qu'aujourd'hui, on a cru que la gélatine représente la partie nutritive du bouillon et on en a fabriqué des tablettes qu'il suffisait de dissoudre dans l'eau pour avoir, prétendait-on, un liquide analogue au bouillon. Le chimiste Darcet ayant préconisé, pour les hôpitaux, l'usage de soupes faites avec de la gélatine extraite des os de boucherie par ébullition à haute pression, une Commission, dont faisait partie Magendie, fut nommée pour étudier cette substance. Il fut reconnu que la gélatine isolée n'est pas nutritive, et les bouillons à la gélatine furent abandonnés. Plus tard, divers expérimentateurs, Williams Edward notamment, prouvèrent qu'associée à d'autres aliments, cette substance joue un rôle utile dans l'alimentation. Quand on nourrit un chien de pain et de gélatine, son poids augmente; il diminue, au contraire, lorsqu'on ne lui donne que du pain.

Pendant le siége de Paris, la question de l'alimentation par la gélatine a pris une importance toute spéciale. Les belles recherches d'un savant illustre dont nous nous honorons d'avoir été l'élève, M. le professeur Frémy, sont venues éclairer d'un jour nouveau les propriétés de cette substance. L'habile chimiste a prouvé que les divers composés organiques qu'on peut extraire des os sont de nature fort variable et ne doivent pas être confondus sous le nom de gélatine, comme on le fait généralement. Quand on traite les os à froid par de l'acide chlorhydrique étendu, toute leur partie calcaire est dissoute, et il reste, après neutralisation par un alcali * et des lavages suffisants, une substance insoluble constituant le parenchyme organique des os, à laquelle a été donné le nom d'*osséine*. Gonflée par un séjour peu prolongé dans l'eau froide, puis soumise à une cuisson d'une heure environ dans l'eau bouillante, cette substance peut être utilement mélangée à divers ali-

* La plupart des fabricants qui se sont livrés, pendant le siége de Paris, à la fabrication de l'osséine employaient comme matière neutralisante la chaux, substance dangereuse dont il est difficile de débarrasser le produit par des lavages. Le carbonate de soude doit toujours lui être préféré.

ments, et pendant l'investissement de Paris sa consommation a été importante. Si on soumet des os ou l'osséine elle-même à l'action prolongée de la vapeur d'eau, on les transforme en gélatine, matière soluble et inorganisée qui semble douée de propriétés nutritives très-inférieures à celles de l'osséine. Parmi les raisons qui semblent militer en faveur de cette dernière hypothèse, une des plus probantes, suivant nous, c'est que les animaux digèrent parfaitement les matières organiques des os et ne rejettent au dehors que les sels calcaires que ces derniers contiennent, tandis qu'ils éprouvent une répulsion très-vive pour la gélatine.

A propos du bouillon et de la gélatine, je dirai quelques mots d'un composé qui en dérive et dont l'usage commence à se répandre. Je veux parler de l'extrait de viande. Il y a quelques années, cette substance était parfaitement inconnue en France. Ayant eu occasion de l'examiner en Allemagne, j'en parlai dans un journal français très-répandu et appelai l'attention du public sur ses propriétés nutritives. Quelques jours après la publication de mes articles, je reçus la visite d'un individu qui voulait absolument créer, sous ma direction, une fabrique d'extrait de viande dans la Russie méridionale, où, sur tout le littoral de la mer Caspienne, dans une étendue plus vaste que la France entière, les bœufs sont en quantité considérable et tués uniquement pour le suif et la peau. Je crus alors utile d'étudier d'une manière plus complète l'extrait de viande, et je reconnus bientôt qu'il est loin d'avoir toute la valeur nutritive que je lui avais attribuée sur l'autorité du savant qui le patronait.

Ce composé ne représente en aucune façon, en effet, les propriétés alimentaires de la viande ; il ne représente même pas celles du bouillon, car il contient en moins que ce dernier la gélatine et les corps gras. Dissous dans l'eau, il possède une action stimulante due probablement, comme celle du bouillon lui-même, à divers composés organiques encore mal connus. Associé à d'autres aliments, il peut être d'un usage utile, notamment pour les voyageurs, les convalescents et les armées en campagne ; mais on ne saurait, en aucune façon, le considérer comme un aliment appelé à remplacer la viande.

Pour comprendre combien sont peu réelles les propriétés nutritives de l'extrait de viande, il suffit de savoir comment il est fabriqué. La chair des animaux, d'abord hachée, est ensuite soumise à l'ébullition avec un égal volume d'eau, puis on en sépare — et là est le vice capital de cette fabrication — la gélatine, l'albumine, la fibrine, la graisse, les phosphates, c'est-à-dire à peu près tous les principes nutritifs de la viande, et on évapore le résidu jusqu'à consistance solide. 200 kilogr. de viande fournissent ainsi 5 kilogr. d'extrait. Ce n'est que lorsqu'on aura trouvé le moyen de conserver, dans ce produit, les matières nutritives dont on le dépouille, qu'il pourra être considéré comme une substance alimentaire.

Diverses méthodes (dessiccation, compression, traitement par l'acide sulfureux, l'oxyde de carbone etc.) ont été proposées pour conserver la viande; mais, par suite des inconvénents divers qu'ils présentent, leur emploi ne s'est pas généralisé. Les seules actuellement usitées sont le procédé Appert et le salage.

La question de la conservation facile de la viande et de divers aliments est d'une importance capitale pour l'entretien des troupes. Malheureusement, son étude a été très-négligée chez nous, et cette négligence a eu sa part dans les désastres de nos armées. Dans les armées allemandes, tout ce qui concerne la nourriture du soldat est l'objet des soins les plus attentifs. A la place de la soupe au biscuit et au lard, aliment médiocrement substantiel, dont la longue préparation présente les plus sérieux inconvénients, les troupes ennemies recevaient la *Erbswurst* (littéralement saucisson aux pois *), substance nutritive d'un transport facile, d'une conservation presque indéfinie, pouvant fournir instantanément une soupe ou une purée très-agréable au goût, et qui constitue, sous le moindre volume possible, l'aliment artificiel le plus complet que je connaisse.

* Ce saucisson se compose d'un mélange de farines de diverses légumineuses et de corps gras. Délayé avec un peu d'eau bouillante, il forme presque instantanément une pâte plus ou moins épaisse, suivant la quantité de liquide ajoutée. Chaque saucisson est enveloppé de l'étiquette suivante, que nous reproduisons textuellement :

Bereitung der Erbswurst. *Zehn Loth oder den dritten Theil einer Erbswurst, vom Darm befreien, in 3/4 Quart kaltes Wasser legen, unter Umrühren auf und dann noch fünf Minuten weiter kochen lassen.*

Kgl. Preuss. Fabrik für Armee-Präserven in Berlin.

Au lieu du lard salé, à la longue si indigeste, elles recevaient des conserves de viande préparées de telle façon qu'en plongeant dans l'eau bouillante le vase qui les contient, on obtient une sorte de ragout tout assaisonné et mélangé de légumes *. On conçoit qu'avec de semblables aliments, on évite les nombreuses difficultés qu'entraînent l'entretien et le transport des immenses troupeaux que nécessite l'alimentation des armées en campagne. Nous croyons utile d'insister en passant sur ce sujet parce que, malgré son importance, il ne nous semble pas préoccuper suffisamment l'attention. Des troupes mal nourries sont des troupes fatalement destinées à être décimées par les maladies.

Œufs et Lait. Les œufs constituent un aliment d'un usage général et qui mérite de fixer notre attention. Ils contiennent évidemment tous les principes nutritifs nécessaires à l'entretien des animaux, puisqu'ils suffisent à transformer le germe en un animal complet.

L'œuf se compose de deux parties : le blanc, constitué en presque totalité par de l'albumine, et le jaune, qui contient 52 p. 100 d'eau, 16 p. 100 de matières azotées, 29 p. 100 de matières grasses et 3 p. 100 de sels (chlorures, phosphates etc.). Le poids d'un œuf de poule varie de 50 à 60 gr.; la coquille pèse environ 6 gr., le jaune 18 gr. et le blanc 36 gr.**

Le lait a beaucoup d'analogie avec le jaune d'œuf; sa composition n'en diffère pas essentiellement, et, comme lui, il constitue

* Les troupes allemandes campées à Versailles pendant l'investissement recevaient, outre l'aliment mentionné plus haut, deux sortes de conserves de viande. Voici la copie textuelle de l'instruction collée sur les boîtes de chacune d'elles :

(1re espèce de conserve.) *Armee-Präserven-Fabrik in Berlin.* 5 Portionen Rindfleisch in Bouillon. *Der Inhalt dieser Büchse in 3/4 Quart Wasser geschüttet, aufgekocht, giebt eine Suppe à la Julienne mit Fleisch für 5 Personen*

(2e espèce de conserve.) 2 3/4 Pfund = 7 Portionen Gyulasch von Rindfleisch. *Die Büchse wird in kochendem Wasser eine Viertelstunde erwärmt, ist dann zur Verspeisung fertig. Kann auch durch doppelte Auffullung von Wasser als Fleischsuppe verwandt werden.* Von der kgl. Preuss. Feldschlächterei u. Fleisch-Conserven-Fabrik zu Frankfurt a/M.

** On peut conserver très-facilement les œufs pendant plusieurs mois en les plongeant dans de l'eau de chaux. Ceux qui ne gagnent pas le fond du liquide sont les seuls qui ne se conservent pas. J'ai vu, pendant le siége de Paris, des œufs conservés depuis cinq mois par ce procédé, dont le goût n'avait rien de désagréable. Malgré leur âge avancé, vers la fin de janvier 1871, ils se vendaient jusqu à 3 fr. pièce!

un aliment complet destiné à la nourriture exclusive d'un grand nombre d'animaux pendant un certain temps après leur naissance.

La composition du lait varie, non-seulement chez les différentes espèces de mammifères, mais encore chez les mêmes individus, suivant la nourriture et le régime. Voici, d'après Doyère, la composition moyenne du lait de divers animaux :

	FEMME.	VACHE.	CHÈVRE.	BREBIS.	ANESSE.	JUMENT.
Eau	87,38	87,70	87,30	81,60	89,63	91,37
Beurre	3,80	3,20	4,40	7,50	1,50	0,55
Caséine	0,34	3,00	3,50	4,00	0,60	0,78
Albumine	1,30	1,20	1,35	1,70	1,55	1,40
Sucre de lait	7,00	4,20	3,10	4,30	6,40	5,50
Sels	0,18	0,70	0,35	0,90	0,32	0,40

On voit, par ce tableau, que le lait contient des matières azotées, la caséine et l'albumine ; une matière grasse, le beurre ; une matière sucrée, le sucre de lait, et des sels minéraux. Il y a dans ce mélange tous les éléments nécessaires pour former les tissus des êtres vivants *.

La caséine paraît être tenue en dissolution dans le lait par des sels alcalins. Sous l'influence de la fermentation, le sucre de lait se décompose en acide lactique, qui se combine avec les alcalis, et la caséine se précipite sous forme de grumeaux, qui constituent ce qu'on nomme vulgairement *le caillé ;* le liquide surnageant est désigné sous le nom de *petit-lait*. On peut prévenir cette transformation en saturant, au moyen d'un alcali, l'acide qui détermine la coagulation de la caséine. C'est précisément ce que font les laitiers quand ils ajoutent au lait 5 ou 6 décigrammes de bicarbonate de soude par litre pour l'empêcher de *tourner*. Cette addition ne présente rien de dangereux.

* Faire du lait artificiel possédant toutes les propriétés du lait naturel est, dans l'état actuel de la science, tout à fait impossible. Pendant l'investissement, M. Dubrunfaut avait proposé de remplacer ce liquide, alors fort rare, en faisant dissoudre dans 500 gr. d'eau 50 gr. de sucre, 25 gr. d'albumine sèche, 1 gr. de carbonate de soude, puis émulsionner dans le mélange 50 gr. d'huile d'olive ou de tout autre corps gras. Le liquide ainsi obtenu était ensuite étendu de la moitié environ de son poids d'eau. Il n'avait guère du lait que l'apparence.

En examinant le lait au microscope, on voit qu'il contient une multitude de globules sphériques tenus en suspension dans un liquide légèrement jaunâtre analogue au sérum du sang. Ces globules sont en grande partie formés de beurre. En raison de leur pesanteur spécifique, ils viennent flotter à la surface du lait et y forment, lorsqu'on le laisse reposer, une couche nommée *crème*, d'une épaisseur d'autant plus considérable que le lait est lui-même plus riche en beurre.

La crème est composée de petit-lait, de caséum et de beurre, ce dernier dans la proportion de 20 p. 100. En la battant fortement, opération qui, dans l'industrie, a reçu le nom de *barattage*, on en sépare le beurre.

Les aliments exercent une influence considérable sur la composition du lait. Le lait des nourrices mal nourries contient deux fois moins de beurre que le lait de celles dont l'alimentation est suffisante. Les affections morales elles-mêmes altèrent la qualité de ce liquide. Parmentier cite l'exemple d'une femme extrêmement irascible qui perdit les dix enfants qu'elle avait nourris. Le onzième, élevé par une nourrice, vécut parfaitement.

Les substances toxiques ingérées par les animaux se retrouvent dans le lait. En 1861, une douzaine d'officiers du vaisseau anglais *le Malborough*, en station à Malte, furent empoisonnés par du lait de chèvres qui avaient brouté une grande quantité d'une sorte d'euphorbe (*Euphorbia helioscopia*) dont elles sont très-friandes et dont les habitants ont beaucoup de peine à les empêcher de faire usage.

Le pouvoir qu'ont certaines substances de passer dans le lait a été utilisé pour donner à ce liquide des propriétés médicamenteuses. En mélangeant aux aliments des animaux de l'arsenic, du mercure, de l'antimoine, du fer, de l'iode, du bicarbonate de soude, le docteur Labourdette a réussi à obtenir du lait contenant ces divers principes.

L'usage du lait est aussi répandu que celui du pain et beaucoup plus que celui de la viande. Depuis une trentaine d'années environ, la consommation de cet aliment ne fait que s'accroître. Avant 1830, le lait était apporté à Paris par les éleveurs des environs; mais

bientôt ces derniers ne purent suffire aux exigences de la consommation, et il se fonda des laiteries en gros qui vont le recueillir dans un rayon très-étendu. Ce liquide est récolté dans les fermes et les villages par des industriels nommés *ramasseurs*, placés sous les ordres d'un chef de dépôt, qui réunit le produit de la récolte dans des récipients en tôle plongés dans des réservoirs pleins d'eau froide. Il est introduit dans des vases de fer-blanc, qui sont ficelés, cachetés et expédiés sur Paris, où ils arrivent vers trois heures du matin.

Avant d'être livré au consommateur parisien, le lait passe au moins par six intermédiaires différents : 1° les nourrisseurs et leurs employés ; 2° les ramasseurs ; 3° le chef de dépôt ; 4° le récepteur à Paris ; 5° les voituriers qui portent le lait en ville ; 6° les crémiers. Les nourrisseurs et les crémiers sont à peu près les seuls qui falsifient le lait; les premiers le dépouillent d'une partie de sa crème ; les seconds y ajoutent de l'eau. Sur un grand nombre d'échantillons de lait vendu à Paris, examinés récemment à mon laboratoire, quelques-uns seulement contenaient une proportion de beurre normale.

Les fraudes pratiquées sur le lait sont beaucoup plus simples qu'on ne se l'imagine généralement. Elles ne consistent guère que dans l'écrémage et l'addition d'eau, et quelquefois dans le mélange de matières colorantes, telles que le caramel, destinées à masquer la teinte bleuâtre que le lait étendu d'eau possède.

L'imperfection des procédés d'analyse est peut-être la cause qui fait que les altérations de ce liquide sont si fréquentes et si peu réprimées. L'appareil le plus employé pour apprécier la pureté du lait, le lacto-densimètre ou pèse-lait, ne fait connaître que sa densité, et de cette densité on ne peut tirer aucune indication précise. Du lait très-riche en beurre pourrait, en effet, en raison de la légèreté de ses globules graisseux, marquer au lacto-densimètre le même degré que du lait auquel on aurait ajouté de l'eau, tandis qu'au contraire du lait écrémé additionné d'eau marquerait le degré du lait pur.

Nous n'avons pas à examiner ici les procédés d'analyse du lait. Nous les exposerons dans un autre ouvrage auquel nous travaillons

actuellement *. Nous dirons seulement que l'analyse du lait, faite au point de vue pratique, n'est complète que quand on a dosé le sucre, le beurre et les sels que ce liquide peut contenir, opérations qui ne demandent du reste que quelques minutes. En ne dosant qu'une substance déterminée, le sucre par exemple, comme on l'a proposé récemment, on arriverait à déclarer comme pur du lait écrémé et additionné d'eau, auquel des falsificateurs instruits auraient ajouté du sucre.

L'analyse du lait de femme a une importance plus considérable encore que celle du lait de vache. Les discussions récentes de l'Académie de médecine ont prouvé que la mortalité considérable qui sévit sur les enfants du premier âge est souvent le résultat de la mauvaise qualité du lait des nourrices. Il est donc indispensable de rechercher, par l'analyse, la valeur de ce liquide, opération qu'on peut exécuter avec une dizaine de grammes seulement. Nous ferons remarquer que, d'après nos observations, le lait qui sort d'abord du mamelon diffère beaucoup, par sa composition, de celui qu'on obtient après quelques minutes d'extraction ; c'est donc sur ce dernier qu'il faut toujours opérer, il est infiniment plus riche en beurre que le premier. Le lait de femme, pour être de bonne qualité, doit contenir au moins 36 grammes de beurre par litre.

Sous l'influence de certaines maladies, la proportion d'eau contenue dans le lait des animaux s'accroît, tandis que celle du beurre, de la caséine et des autres principes diminue. C'est ce qui arrive chez les vaches auxquelles les nourrisseurs font absorber une quantité d'eau considérable pour augmenter leur rendement en lait. La sécrétion de ce liquide est plus abondante, en effet; mais le produit ainsi obtenu est pauvre en crème, et les vaches soumises à ce régime deviennent rapidement phthisiques.

Les belles recherches de M. Villemin sur la contagion de la phthisie pulmonaire prouvent qu'on communique cette affection à des animaux en leur faisant absorber des substances imbibées de sécrétions provenant d'individus qui en sont atteints. Sans affirmer positivement que le lait des mammifères phthisiques possède des

* *Leçons de chimie et d'analyse chimique appliquées à la physiologie et à la médecine.*

propriétés contagieuses, on ne peut s'empêcher de le considérer comme un aliment fort malsain*.

Beurre. Fromages et corps gras. Les corps gras consommés comme aliments sont le beurre, le fromage, la graisse et diverses espèces d'huiles.

On extrait le *beurre* du lait en soumettant la crème à un battage prolongé. Il est formé par le mélange de divers corps gras, oléine, stéarine, butyrine etc. A Paris, sa consommation dépasse 25 millions de kilogr. par an.

Le *fromage* est composé de la partie coagulable du lait, la caséine, mélangée avec une proportion variable de crème. C'est un aliment très-nourrissant, riche en matières grasses et en matières azotées.

La saveur du fromage varie suivant son mode de préparation et de dessiccation. Quelques-uns, le fromage de Roquefort par exemple, sont soumis à une fabrication spéciale qui a pour résultat le développement de petits végétaux cryptogamiques qu'on aperçoit à leur surface sous forme de moisissures verdâtres.

Les autres corps gras employés comme aliments sont les graisses qu'on retire du corps des animaux, et les huiles qui proviennent des plantes. Les huiles les plus usitées sont : l'huile d'olives, qu'on extrait des fruits de l'olivier ; l'huile d'œillettes, obtenue des graines du pavot, et l'huile de noix, fournie par les fruits du noyer. Dans certains pays on fabrique de l'huile de navette, de faîne, de noisette etc.

Les corps gras sont, comme nous l'avons dit au commencement de ce chapitre, des aliments de combustion. Leurs métamorphoses produisent de la chaleur et de la force.

Aliments sucrés. Les différentes variétés de sucres consommés comme aliments sont : le sucre de canne et le sucre de betteraves, substances d'une composition identique, le sucre de fécule ou glycose, qu'on obtient en traitant les fécules, notamment celle

* M. le professeur Villemin, à qui nous avons demandé son opinion sur cette question, nous a répondu qu'il serait très-disposé à considérer comme doué de propriétés contagieuses le lait des vaches phthisiques, lorsqu'il est consommé sans avoir été soumis à une cuisson préalable.

de pomme de terre, par de l'acide sulfurique, et le miel, qui est produit par les abeilles.

La consommation des sucres de canne et de betterave en France s'élève, par an, à 300 millions de kilogr., c'est-à-dire à un chiffre à peu près égal à celui de la consommation annuelle du sel marin. Elle était presque nulle il y a un demi-siècle.

Le sucre de fécule n'a pas pénétré dans la consommation usuelle. Ayant eu récemment besoin de ce produit pour quelques expériences saccharimétriques, nous n'avons pas pu en trouver chez les épiciers les mieux achalandés de Paris, mais seulement chez les droguistes, et encore ces derniers ne le vendent qu'en gros.

Cette substance n'a guère, du reste, pour acheteurs que les brasseurs et les fabricants de sirops et de liqueurs, qui s'en servent pour falsifier sur une large échelle les produits qu'ils livrent à la consommation. La presque totalité des liqueurs et sirops vendus à Paris a le glycose pour base. Au point de vue hygiénique, cette substitution frauduleuse serait sans danger, si le sucre de fécule était pur, mais le plus souvent il retient un peu de l'acide sulfurique qui a servi à le fabriquer, et comme les vases métalliques dans lesquels il est préparé sont attaqués par cet acide, il s'ensuit que le glycose du commerce est généralement un produit fort malsain.

Céréales. Les graines du blé et des diverses céréales sont constituées par un mélange d'amidon, de corps gras, de matières azotées et de principes minéraux dans des proportions variables indiquées par le tableau suivant, qui fait connaître la composition de ces substances à l'état normal, c'est-à-dire non desséchées.

	AMIDON.	MATIÈRES azotées.	DEXTRINE et MATIÈRE sucrée.	MATIÈRES grasses.	CELLULOSE ou TISSU végétal.	MATIÈRES minérales.	EAU. (principalement constituée par des phosphates.)
Riz	77,44	6,43	—	0,47	0,50	0,68	14,48
Blé (moyenne)	59,70	14,60	7,20	1,20	1,70	1,60	14,00
Maïs	58,40	12,80	1,00	7,00	1,50	1,10	17,70
Seigle	57,50	9,00	10,00	2,00	3,00	1,90	16,60
Orge	54,90	13,40	8,80	2,80	2,60	4,50	13,00
Avoine	53,60	11,90	7,90	5,50	4,10	3,00	14,00
Sarrazin	64,90	13,10	—	3,00	3,50	2,500	13,00

On sépare facilement l'amidon des autres parties de la farine en pétrissant cette dernière sous un mince filet d'eau ; l'amidon est entraîné par le liquide et il reste une masse molle, élastique, composée de matières azotées nommées *gluten*. C'est avec cette substance qu'on fabrique le pain destiné aux diabétiques, dans l'alimentation desquels il ne doit pas entrer d'amidon.

Le gluten est un produit fort nutritif dont la composition est très-analogue à celle de la fibrine contenue dans la viande. Des chiens nourris exclusivement avec du gluten pendant trois mois continuent à se porter parfaitement. Bouilli avec de l'eau salée, séché et réduit en poudre, il se conserve très-bien. Il est fâcheux qu'on le laisse perdre généralement dans les fabriques où on traite les farines pour en extraire l'amidon.

Le blé ordinaire contient de 86 à 88 parties environ de farine blanche. Par la mouture, on en retire de 70 à 80 p. 100, suivant les procédés employés. Le reste se trouve mélangé avec des débris ligneux et constitue le son. On le soumet à un nouveau blutage pour en obtenir encore de la farine et on donne le résidu aux animaux. Ce mode d'opérer est aussi défectueux que possible. La séparation du son diminue la valeur nutritive de la farine, et sur une substance alimentaire d'un usage aussi général, on devrait avant tout viser à l'économie. Le son est une matière très-nutritive. Il contient 52 p. 100 d'amidon, 11 p. 100 de gluten et 3 p. 100 de matières grasses. Magendie a vu mourir, au bout de cinquante jours, un chien nourri exclusivement de pain blanc de froment, tandis qu'un autre animal uniquement nourri de pain bis vécut parfaitement. Dans l'antiquité, du reste, le pain bluté était inconnu.

La farine du blé sert à fabriquer le pain. Il suffit de la mélanger avec moitié environ de son poids d'eau, d'y ajouter un ferment, qui est ordinairement de la levure de bière, et de soumettre pendant quelque temps la pâte ainsi obtenue à une température convenable.

La levure provoque dans la masse un commencement de fermentation d'où résulte un dégagement de gaz acide carbonique qui la fait boursouffler et la rend légère. Le pain et les pâtisseries qui

n'ont pas subi cette opération sont d'une digestion beaucoup plus difficile que le pain ordinaire.

La pâte retient, après la cuisson, une assez forte proportion de l'eau avec laquelle elle a été mélangée. A Paris, avec 100 kilogr. de farine, on obtient 130 kilogr. de pain qui retient environ 40 p. 100 d'eau.

Le blé n'est pas la seule substance avec laquelle on puisse fabriquer du pain. Le seigle, le maïs, le riz, l'orge et diverses céréales peuvent le remplacer. Le pain fait avec de la farine de seigle possède un goût qui n'a rien de désagréable. Celui obtenu avec du maïs est riche en azote et en matières grasses. Il constitue un aliment excellent très-usité dans les campagnes du Midi de la France et qui mériterait d'être plus répandu. Le pain fabriqué avec le riz est blanc et d'un goût agréable, mais il est peu nourrissant à cause de la pauvreté de cette substance en principes azotés.

Pommes de terre. La pomme de terre est la racine tuberculeuse du *solanum tuberosum*, plante de la famille des Solanées qui fut introduite en Europe à la fin du seizième siècle et s'y répandit fort lentement, car ce n'est que grâce à la protection que son vulgarisateur Parmentier reçut de Louis XVI qu'elle réussit à s'acclimater.

C'est un aliment riche en fécule, mais très-pauvre en azote; elle contient, en effet, 74 p. 100 d'eau, 21 p. 100 de fécule et 3 p. 100 seulement environ de matières azotées. Elle ne peut entrer utilement dans l'alimentation qu'associée à la viande ou à d'autres substances azotées.

Graines de légumineuses. Les graines des plantes de la famille des légumineuses : fèves, pois, haricots, lentilles, sont plus riches en matières grasses et azotées que les pommes de terre et le blé. Aucune substance végétale ne constitue d'aliment plus complet.

Les haricots blancs secs contiennent en effet 60 p. 100 d'amidon et 27 p. 100 de matières azotées. Il suffit, du reste, de rapprocher l'analyse de cette substance de celles du blé et des

pommes de terre pour reconnaître les différences profondes qui les séparent.

	AMIDON et SUCRE.	MATIÈRES azotées.	MATIÈRES grasses.	CELLULOSE.	SELS.	EAU.
Pois secs	58,7	25,8	2,1	3,5	2,1	8,3
Haricots secs	60,0	27,0	2,6	2,0	3,3	5,1
Blé	66,9	14,6	1,2	1,7	1,6	14,0
Pommes de terre	21,1	2,5	0,1	1,1	1,2	74,0

On voit par ce tableau que les haricots sont plus riches en azote que le blé et contiennent presque autant de fécule que ce dernier. Il en est de même des pois et des lentilles. Ces diverses substances ont une valeur nutritive supérieure à celle du froment. Nous avons vu précédemment qu'elles constituaient la base d'un des aliments les plus répandus dans les armées allemandes.

Fruits sucrés et oléagineux. Les fruits charnus : pommes, prunes, cerises, pêches etc., renferment des matières sucrées et gommeuses, et une petite quantité d'amidon et de matières azotées. Mais, relativement à leur masse totale, ces principes ne s'y trouvent qu'en proportion minime. Pour s'en nourrir exclusivement, il faudrait en consommer énormément, ce qui ne serait pas sans inconvénients, à cause des acides qu'ils contiennent. M. Payen rapporte que, dans plusieurs localités de la Côte-d'Or, on avait autrefois l'habitude de limiter la nourriture des vendangeurs à un peu de soupe et de pain, supposant qu'ils trouveraient un ample complément dans le raisin qu'ils consommaient à discrétion, mais on s'aperçut bientôt que ce régime alimentaire était insuffisant pour soutenir leurs forces. On y ajouta une ration convenable de viande, et leur travail devint beaucoup plus productif, ce qui constitua en réalité une très-notable économie. Les fruits sucrés ne doivent donc entrer que comme accessoires dans l'alimentation.

Les fruits oléagineux, tels que ceux du noyer, du noisetier, de l'amandier, renferment des matières grasses et des matières

azotées en proportion assez élevée. Les noix fraîches, par exemple, contiennent 9,70 de matières azotées et 3,5 de matières grasses. Dans les amandes, les principes azotés s'élèvent à 17 p. 100, et les matières grasses à 24 p. 100. Ce sont des aliments très-nourrissants, mais que beaucoup de personnes digèrent difficilement.

Légumes herbacés, champignons et Truffes. Les feuilles d'un grand nombre de végétaux : laitues, épinards, choux, oseille, etc., sont comestibles. Elles sont peu riches en matières nutritives, mais elles varient la saveur des aliments et possèdent une action légèrement laxative propre à combattre l'effet contraire qui résulte souvent d'une alimentation exclusivement animale. A bord des vaisseaux, elles sont très-utiles pour prévenir le scorbut.

On peut rapprocher des aliments précédents les champignons. Ces cryptogames ont des propriétés nutritives assez marquées. Ils contiennent 90 p. 100 d'eau en moyenne et des substances azotées dans la proportion de 4 p. 100. Ils sont assez nourrissants, mais comme on n'a aucun moyen de distinguer avec certitude les champignons vénéneux de ceux qui ne le sont pas, ils constituent un aliment dangereux. Beaucoup de personnes les digèrent, du reste, difficilement.

Les *truffes* forment une variété de champignons fort recherchée. C'est un aliment assez nourrissant, car elles contiennent 9 p. 100 de matières azotées. Mais, à raison de leur prix élevé, on n'en fait usage qu'en les associant à d'autres substances alimentaires, auxquelles elles communiquent leur parfum.

Chocolat. L'amande du fruit du cacaotier, arbre des forêts de l'Amérique du Sud et du Mexique, pulvérisée et desséchée par une légère torréfaction, puis mélangée avec moitié environ de son poids de sucre et chauffée à une température convenable pour liquéfier le corps gras qu'elle contient et la transformer en pâte, constitue le chocolat.

C'est de tous les aliments connus un des plus nourrissants sous le moindre volume. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner l'analyse suivante du cacao, due à Mitscherlich :

Matières grasses (beurre de cacao)	50
Albumine et autres matières azotées	20
Amidon	10
Cellulose	2
Théobromine (principe cristallisable analogue à la caféine)	2
Matière colorante, essence, sucre et glycose	traces.
Substances minérales	4
Eau	12
	100

Outre ses propriétés nutritives, le chocolat possède une action stimulante spéciale qui nous semble due à la théobromine qu'il contient, alcaloïde analogue à la caféine.

Une grande partie des chocolats du commerce sont falsifiés par une addition de corps gras, de fécule de pomme de terre ou plus simplement de farine. Quant au cacao pulvérisé, que quelques personnes consomment avec du lait en place de chocolat, surtout en Angleterre, il est à peu près impossible d'en rencontrer de pur. A Londres, sur 50 échantillons saisis, 48 étaient additionnés de fécule ou de farine; 39 sur 70 étaient colorés avec de l'ocre rouge.

Café. Le café est l'infusion des grains du caféier, arbrisseau de la familles des Rubiacées. Son usage fut introduit en Arabie vers le milieu du quatorzième siècle et se répandit en Égypte, en Turquie, puis en Italie. L'ambassadeur ottoman, Soliman Aga, le mit à la mode en 1669, et, malgré la prédiction de Mme de Sévigné, son succès, loin d'être éphémère, s'étendit rapidement.

Le premier café public de Paris fut créé en 1672, à la foire de Saint-Germain, par un Arménien nommé Pascal, mais il était mal tenu et n'eut aucun succès. Quelques années plus tard, Procope ouvrit, dans la rue qui porte aujourd'hui le nom de rue de l'*Ancienne-Comédie*, un café qui commença la vogue des établissements du même genre et fut l'origine d'un changement considérable dans les mœurs françaises.

La consommation du café a fait des progrès considérables depuis quelques années. En 1830, elle était de 9 millions de kilogr. par an pour la France; actuellement elle s'élève à plus de 38 millions.

Un litre d'infusion de café contient, d'après Payen, 20 gr. de matière alimentaire. Cet éminent chimiste en conclut, et tous les

physiologistes ont répété après lui, que le café est une substance très-nutritive.

Pour comprendre le peu de fondement de cette assertion, il suffit de remarquer qu'une tasse ordinaire de 100 gr. ne contient, d'après le chiffre précédent, que 2 gr. de matière alimentaire. En admettant qu'on prenne à un repas deux tasses de café, ce qui est évidemment le double de la consommation habituelle, on aurait absorbé seulement 4 gr. de substances nutritives. Évidemment il n'est pas soutenable qu'une aussi minime quantité puisse jouer un rôle quelconque dans l'alimentation.

L'action du café sur l'économie est très-mal connue. Quand on voit combien sont contradictoires les opinions émises par les médecins les plus instruits sur une substance d'un usage aussi répandu, on comprend combien il est difficile de bien connaître l'action des remèdes et à quel point la thérapeutique est encore dans l'enfance.

Il faut avouer que le café, ainsi, du reste, que la presque totalité des substances médicamenteuses, n'a pas encore été étudié avec toute la précision scientifique nécessaire en pareil cas. On administre le café ou un remède quelconque à des personnes d'âge, de sexe, de constitution et de genre de vie différents; on observe naturellement des effets très-variés, et chaque observateur, procédant du particulier au général, veut étendre à tous les cas les résultats fournis par des expériences isolées. Ce ne sont pas ordinairement les observations qui sont inexactes; les contradictions qu'elles présentent disparaîtraient si les expérimentateurs se plaçaient toujours dans des circonstances identiques. D'après Trousseau, le café augmente le nombre des pulsations des artères; selon Jomard et d'autres médecins, il les ralentit au contraire. Sur un fait d'observation aussi facile, l'erreur n'est évidemment pas possible. Ces savants ne se sont certainement pas trompés, mais ils ont observé des sujets d'âge, de constitution et de sexe dissemblables et ont probablement opéré avec des doses différentes.

Ce qu'on sait d'incontestable sur le café, c'est qu'il accroît la puissance de l'imagination et de la pensée et rend les perceptions et l'impressionnabilité plus vives. Son action n'a rien de compa-

rable à celle de l'alcool; il excite l'activité cérébrale sans produire les sombres cauchemars de l'ivresse. Il fallait l'influence du café à l'immortel auteur de la *Comédie humaine* pour créer ces personnages si réels qu'on croirait les avoir connus. Ce n'est, au contraire, que sous l'influence de l'alcool que Edgard Poë et Hoffmann enfantaient ces élucubrations fantastiques, conceptions de cerveaux à l'aurore de la folie.

D'après Gasparin, les mineurs de Charleroy peuvent se contenter d'une nourriture moitié moins riche en principes nutritifs que ne doit l'être une ration normale, en y ajoutant du café. On en a conclu que ce composé agit en ralentissant le mouvement de désassimilation des tissus, leur usure en un mot, mais c'est là une hypothèse que rien ne justifie. Un physiologiste ne saurait admettre, du reste, que le mouvement de désassimilation des éléments du corps puisse être ralenti sans que la chaleur, la puissance musculaire et les diverses forces engendrées par ces métamorphoses éprouvent elles-mêmes un affaiblissement sensible. Il est inconstestable que le café soutient les forces, mais nous ignorons absolument le mécanisme de son action*.

Il suffit d'observations superficielles pour reconnaître que l'action du café varie suivant la constitution des individus qui en font usage. Il agite beaucoup les personnes nerveuses et paraît sans influence marquée sur les constitutions dites lymphatiques. Quant à ses propriétés anaphrodisiaques suivant les uns, aphrodisiaques suivant les autres, elles sont fort contestables.

L'excitation intellectuelle produite par le café sur le cerveau de beaucoup de personnes est suivie d'une période de dépression des forces et de l'intelligence qui semble avoir échappé à la plupart des observateurs. Nous avons bien des fois constaté cet effet sur nous-même quand, obligé de nous livrer à un travail intellectuel prolongé et difficile, nous prenons de hautes doses de cette substance.

* Dans un ouvrage récemment paru sur l'alcool, le thé et le café, M. Marvaux, professeur au Val-de-Grâce, qualifie ces substances d'*aliments d'épargne*. Nous ne pouvons admettre les idées de ce savant sur ce point, mais nous n'en considérons pas moins son travail comme un des meilleurs et des plus complets qu'on puisse consulter sur ces substances.

Le lendemain, la tête est lourde, les conceptions lentes, et un état de torpeur, que le travail musculaire seul peut dissiper, se produit toujours. Nous sommes porté à croire que l'abus du café doit conduire à des affections nerveuses redoutables, notamment à la paralysie générale, et nous serions disposé à attribuer en partie à l'accroissement considérable de sa consommation la progression vraiment inquiétante des affections de cette nature depuis quelques années.

La seule manière d'étudier scientifiquement l'action du café, ainsi que celle de tous les médicaments, serait de constater, par l'analyse, les variations éprouvées par les sécrétions normales sous leur influence. Quelques expériences commencées à ce sujet à notre laboratoire nous semblent démontrer que l'ingestion du café augmente la quantité d'acide urique éliminée par les reins, diminue l'urée et modifie considérablement la proportion d'acide phosphorique contenue dans l'urine.

Pour l'acide urique, le fait ne nous paraît pas douteux. Dans des expériences faites sur nous-même, nous avons vu que l'ingestion du café, *non suivie de travail musculaire*, avait toujours pour résultat d'augmenter la proportion d'urates, l'urate de soude notamment, contenue dans l'urine. Lorsque l'ingestion du café est suivie d'exercice, la proportion de ces substances reste normale et tend plutôt à diminuer qu'à augmenter.

Quant à l'acide phosphorique, nous croyons nécessaire de répéter nos analyses avant de nous prononcer définitivement sur ce point. Il ne faut pas se hâter, en effet, de tirer des conclusions des modifications constatées dans l'élimination de cette substance, car rien n'est plus variable que sa proportion. En consultant nos cahiers d'analyses, nous voyons des exemples d'urine qui contenait $1^{gr},9$ d'acide phosphorique par litre avant le repas, $2^{gr},93$ immédiatement après, et $4^{gr},3$ quelques heures plus tard à la suite d'un travail intellectuel prolongé.

On ignore encore à quelle partie constituante du café est due l'action stimulante de cette substance. La plupart des observateurs l'attribuent à la caféine, qu'ils considèrent comme un poison redoutable tuant les animaux à petites doses en produisant de la paralysie. Quelques-uns, au contraire, ne lui reconnaissent aucune action phy-

siologique. La caféine n'est certainement pas un poison bien énergique, puisque nous avons pu en absorber 75 centigr. sans éprouver d'effets fâcheux. Elle n'est pas non plus sans action sur le cerveau, du moins chez les sujets sensibles à l'influence du café, car nous avons constaté qu'elle produisait, en les exagérant, quelques-uns des effets de cette substance, notamment l'accroissement de l'activité cérébrale et de l'impressionnabilité, l'augmentation de la tension artérielle et la modification de la proportion d'acide phosphorique contenue dans l'urine. Je crois cependant que l'huile essentielle du café a sur le système nerveux une action au moins aussi énergique que la caféine. C'est un point que j'étudie en ce moment.

Le café est une des substances qu'on falsifie le plus. Lorsque le consommateur est assez confiant pour l'acheter torréfié et moulu, il peut être certain de n'avoir qu'un mélange de café et de chicorée en proportion plus ou moins variable, et comme la chicorée elle-même est falsifiée avec du tan épuisé, de la sciure de bois, diverses racines, il achète en réalité un mélange fort complexe. Généralement, du reste, on se procure le café en grains; mais si on ne l'examine pas attentivement, on est encore exposé à être trompé. Le Conseil d'hygiène du département de la Seine a reconnu qu'on vend fréquemment des grains de café formés d'un mélange de 85 p. 100 de farine de seigle, d'orge etc., et de 15 p. 100 seulement de café. De pareilles falsifications cesseraient bien vite si les acheteurs prenaient l'habitude de faire analyser les produits qu'ils consomment par des chimistes familiarisés avec ce genre d'opération. Du moment que les commerçants ne seraient plus certains, comme aujourd'hui, d'une impunité à peu près absolue, ils n'oseraient plus se livrer à une fraude aussi générale que celle qui s'opère actuellement sur toutes les substances alimentaires au grand détriment de la santé publique.

Thé. La boisson qui porte ce nom est l'infusion des feuilles d'un arbuste de la famille des Théacées. En usage de temps immémorial en Chine et au Japon, elle s'est introduite en Europe vers le milieu du dix-septième siècle et s'est rapidement propagée, principalement en Angleterre. La consommation annuelle de la Grande-

Bretagne est de 30 millions de kilogrammes de thé, tandis qu'en France elle ne dépasse pas 300,000 kilogr., c'est-à-dire un chiffre cent fois moindre.

La composition du thé se rapproche de celle du café ; il contient, comme ce dernier, un alcaloïde, la théine, qui paraît identique à la caféine, une huile essentielle, des substances azotées et des matières minérales diverses. En plus que le café, il renferme du tannin dans la proportion de 12 à 18 p. 100.

L'action du thé porte, comme celle du café, sur le système nerveux, dont il excite les fonctions. Ses effets varient suivant les espèces dont on fait usage. Le thé vert est bien plus stimulant que le thé noir : beaucoup de personnes ne peuvent en faire usage sans éprouver des troubles nerveux divers : irritabilité exagérée, étourdissements, palpitations etc. On n'est pas beaucoup plus fixé, du reste, sur les propriétés du thé que sur celles du café ; ce qui paraît vraisemblable, c'est qu'il constitue une boisson fort utile pour les personnes lymphatiques vivant dans un climat humide.

« On attribue, non sans raison, dit M. Payen, à l'usage du thé la résistance aux effluves insalubres et aux fièvres paludéennes sous les climats humides et dans les contrées marécageuses. »

Il est vrai que les Chinois qui habitent les pays marécageux se préservent de la fièvre intermittente en ne consommant que des infusions de thé pour boisson ; mais nous croyons que ce n'est pas dans les propriétés spéciales de cette substance qu'il faut en chercher la cause : en la remplaçant par de l'eau simplement bouillie, on obtiendrait le même résultat. L'eau est, en effet, le principal véhicule des miasmes paludéens, et en la soumettant à l'ébullition, on détruit ces derniers. Nous avons conseillé à plusieurs personnes habitant des contrées marécageuses où la fièvre intermittente est endémique, de substituer des infusions de plantes aromatiques quelconques à l'eau dont elles faisaient usage comme boisson, et celles qui ont suivi nos conseils ont toujours été préservées de cette affection. Si nous n'avons pas indiqué l'usage de l'eau simplement bouillie, c'est qu'elle est désagréable au goût et indigeste.

Le thé est soumis à de nombreuses falsifications. Les Chinois colorent avec du bleu de Prusse et du curcuma les feuilles qu'ils

exportent, mais se gardent bien de faire subir une pareille opération à celles qu'ils conservent pour leur usage. A Paris et à Londres, on le mélange avec des feuilles diverses. Plusieurs industriels rachètent dans les cafés des thés épuisés pour les revendre comme thés neufs, après les avoir imbibés de gomme et séchés. Les résidus de ces nouvelles infusions servent eux-mêmes, paraît-il, plusieurs fois. Dans une grande capitale, rien ne se perd.

Eaux potables. L'eau est le plus utile des aliments et le seul peut-être qui ne puisse être remplacé par un produit équivalent. Elle tient en dissolution tous les matériaux solubles du sang et constitue la plus grande partie de tous les tissus. Par les portions salines qu'elle contient, elle agit comme aliment et contribue à l'entretien des organes. Sans elle, la vie serait impossible à la surface du globe.

La pureté d'un liquide dont l'usage est aussi général a une importance énorme, et tous les efforts des nations civilisées doivent tendre à l'amener en quantité suffisante et d'aussi bonne qualité que possible dans l'intérieur des villes.

L'eau ne se rencontre jamais dans un état de pureté absolue dans la nature. Elle dissout et entraîne avec elle des particules des terrains qu'elle traverse. L'eau de la Seine, par exemple, contient par litre 25 gr. environ de substance étrangère, sur lesquels se trouvent 16 gr. de carbonate de chaux. L'eau de la Marne renferme, sous un même volume, 51 gr. de matières solides, sur lesquels 30 gr. du même sel.

Les substances que l'eau contient ont une influence marquée sur ses propriétés. Les eaux trop chargées de principes calcaires cuisent mal les légumes et sont indigestes. Mais ce qui influe de la façon la plus fâcheuse sur les propriétés hygiéniques de ce liquide, ce sont les matières organiques qu'il tient en dissolution. Malgré les démonstrations les plus précises, on laisse encore écouler dans les rivières le contenu des égouts, ce qui est tout à la fois une perte immense pour l'agriculture et un danger sérieux pour la santé publique.

L'eau sert de véhicule aux germes de diverses maladies. Pour

la fièvre intermittente et le choléra, le fait a été démontré. Il le sera probablement un jour pour d'autres affections. Pendant l'épidémie de 1866, les quartiers de Paris où le choléra a fait le plus de victimes sont ceux de Montmartre et des Batignolles, où l'eau servant à l'alimentation était puisée dans la Seine, au-dessous de l'égout collecteur. La mortalité fut également considérable dans les communes de Clichy, Saint-Denis, Puteaux, dont les habitants buvaient de l'eau souillée par les déjections des cholériques. Dans les localités riveraines situées en amont de Paris, telles que Alfort, Charenton et Choisy, par exemple, le fléau fit au contraire très-peu de victimes. Des faits absolument semblables ont été officiellement constatés à Londres à la même époque. Dans le quartier alimenté par le réservoir de Old-Ford, où s'infiltrait l'eau de la rivière Lea, véritable égout à ciel ouvert, la mortalité atteignit de 60 à 110 par 10,000 habitants, tandis que dans les autres parties de la ville elle ne s'éleva qu'à 10 ou 12 pour le même chiffre de population.

L'eau de la Seine, après sa sortie de Paris, est impure à ce point qu'en 1864 M. Péligot a pu y constater la présence de l'urée, un des principes constituants de l'urine.

Les Romains, qui comprenaient beaucoup mieux que les peuples modernes l'importance de ces questions, rejetaient l'eau des rivières de leur alimentation. Sachant combien les eaux de sources lui sont supérieures par leur pureté et l'uniformité de leur température, ils les amenaient au moyen d'aqueducs dans l'intérieur des villes. Jamais cité moderne ne fut aussi bien alimentée d'eau que Rome à l'époque des Césars.

Paris, sous Louis XIV, ne possédait que 3 litres d'eau par jour et par habitant; actuellement ce chiffre s'élève à 139 litres; mais il est encore bien minime si l'on songe qu'il faut en défalquer l'eau nécessaire pour l'arrosage, les bains et les lavoirs. Rome fournissait autrefois 1500 litres d'eau par jour à chacun de ses habitants.

L'eau bue à Paris provient de la Seine, du canal de l'Ourcq, de la Dhuys et de divers puits. Celle que fournit la Seine est de qualité détestable; prise en partie en aval de Paris par les pompes de Chaillot, elle contient une portion des déjections de près de

2 millions d'habitants. Celle de la Dhuys est excellente ; malheureusement elle n'arrive pas en quantité suffisante pour faire face à tous les besoins de la capitale. Celle des puits a filtré à travers les cimetières qui entourent la grande ville, et ne vaut guère mieux que celle de la Seine.

Boissons fermentées (Vin et Bière). Les boissons fermentées les plus usitées sont le vin et la bière.

Le vin est le jus fermenté du raisin. Il constitue la boisson la plus répandue en France. C'est un mélange d'eau, d'alcool, de tannin, de sels, de matières colorantes et de principes aromatiques qui lui donnent son parfum.

La proportion d'alcool contenue dans le vin est excessivement variable. Les vins de Mâcon et de Chablis en contiennent 7 p. 100 environ. Ceux de Bordeaux (rouges) 8 à 11 p. 100. Ceux de Champagne 12 p. 100. Ceux de Lunel 14 p. 100. Ceux de Porto et de Madère 20 p. 100. Ceux de Marsala 24 p. 100.

Les vins rouges diffèrent des vins blancs par une plus forte proportion de matières colorantes et de tannin.

Les vins mousseux contiennent une certaine quantité de sucre et d'acide carbonique.

Le vin possède les propriétés de l'alcool, mais mitigées par la grande quantité d'eau qu'il renferme, et modifiées par divers principes. Du vin dont on a augmenté la force par de l'alcool, ne ressemble en rien à du vin possédant naturellement la même richesse alcoolique que celle artificiellement obtenue. La chimie n'est pas assez avancée pour préciser les causes de ces différences.

Pris à petites doses, le vin stimule les sécrétions intestinales, facilite la digestion et relève les forces. A hautes doses, il produit l'ivresse et tous les accidents que l'abus des liquides alcooliques engendre.

Parmi les liquides fermentés les plus répandus, on peut encore citer la *bière*, boisson qu'on obtient en soumettant une décoction d'orge germée à la fermentation. L'orge contient de l'amidon; la germination y développe un principe nommé *diastase*, qui transforme l'amidon en dextrine et en sucre. Le liquide obtenu par le

mélange de l'orge germée avec de l'eau est additionné de houblon, qui lui communique un goût aromatique, puis soumis à la fermentation, qui transforme le sucre en alcool et en acide carbonique.

La bière contient par litre près de 50 grammes de matières nutritives, qui se composent de 6 gr. environ de substances azotées, 42 gr. de glycose et de dextrine, et 2 gr. de sels minéraux. Elle peut donc être considérée comme jouant un rôle très-utile dans l'alimentation, surtout dans les pays où l'on en consomme habituellement plusieurs litres par jour.

La richesse de la bière en alcool est très-variable. L'ale en contient 6 à 8 p. 100, le porter 4 p. 100, la bière de Strasbourg 3 à 4 p. 100, celle de Paris 2 à 3 p. 100 seulement.

La bière bien préparée, et celle fabriquée à Paris n'est que très-rarement dans ce cas, est une excellente boisson, moins stimulante que le vin et qui convient parfaitement aux tempéraments bilieux et nerveux.

La bière de Vienne et celle de Strasbourg, dont il se fait depuis quelques années une consommation considérable à Paris, sont très-hygiéniques. C'est peut-être autant à l'impureté de l'eau qu'ils emploient qu'à la température des caves et au mauvais choix des matières premières qu'il faut attribuer l'impossibilité dans laquelle paraissent se trouver les brasseurs de Paris de livrer des bières acceptables pour la consommation. Leur industrie dépérit chaque jour.

Depuis quelques années, plusieurs brasseurs anglais ont pris l'habitude de remplacer le houblon par de la noix vomique, de l'acide picrique ou de la coque du Levant, substances excessivement vénéneuses qui, à petites doses, possèdent la propriété de donner à la bière une amertume analogue à celle que lui communique le houblon. On soupçonne fort cette falsification de commencer à se répandre en France; s'il en était ainsi, elle devrait être énergiquement réprimée, car une pareille boisson ne peut que produire sur la santé les plus pernicieux effets. En présence des falsifications sans nombre qui se pratiquent chaque jour sur les produits destinés à la consommation, on pourrait plus que jamais répéter aujourd'hui ce que Pline disait il y a déjà 1800 ans : Les

mœurs en sont venues à ce point que l'homme périt surtout par les aliments.

Alcool. L'alcool est un liquide inflammable qu'on retire par distillation des boissons fermentées. Mélangé à un volume d'eau à peu près égal, il constitue l'eau-de-vie.

L'usage de ce liquide fait des progrès rapides chez toutes les nations du globe. En 1788, la consommation annuelle de l'eau-de-vie en France ne dépassait pas 200,000 hectolitres. En 1840, elle s'élevait à 1 million d'hectolitres et atteignait 3 millions en 1864.

L'action de l'alcool sur l'organisme est encore mal connue, et nous pourrions répéter ici ce que nous disions plus haut à propos du café relativement à la difficulté extrême de bien étudier les propriétés physiologiques d'une substance quelconque.

On croyait encore, il y a quelques années à peine, que l'alcool se décompose dans les organes en acide carbonique et en vapeur d'eau en produisant de la chaleur, et on le rangeait parmi les éléments dits de combustion ou respiratoires. Mais s'il en était ainsi, la quantité d'acide carbonique exhalée après l'ingestion de l'alcool devrait augmenter, tandis que des expériences nombreuses ont prouvé, au contraire, qu'elle diminue d'un façon sensible. Il paraît, du reste, établi maintenant qu'une partie de l'alcool ingéré sort du corps sans modification. Lorsque ce liquide a été introduit dans l'estomac, il pénètre dans le sang, qui le conduit à divers organes, tels que le foie et le cerveau, où il s'accumule et exerce son action jusqu'à ce qu'il soit éliminé par les reins, les poumons et la peau.

Il est facile de démontrer qu'une partie de l'alcool ingéré séjourne sans décomposition dans les organes. La distillation de 700 gr. de sang artériel enlevé par M. Perrin à deux chiens une heure après l'ingestion de boissons alcooliques a fourni à cet expérimentateur 5 gr. d'alcool; 440 gr. de matière cérébrale prise sur des animaux en état d'ivresse lui ont donné $3^{gr},25$ du même liquide.

Après l'ingestion de 6 à 700 gr. de vin, les urines contiennent assez d'alcool pour en fournir par la distillation. L'élimination

s'opère en même temps par les poumons, et en condensant les produits de la respiration, on y retrouve de l'alcool.

L'alcool retiré par distillation des organes ne représente qu'une très-faible partie du liquide ingéré, et il semble très-probable que l'autre portion doit être décomposée; mais sur la nature des produits de cette décomposition, la science est loin d'être fixée encore.

L'alcool exerce sur les organes une action stimulante de peu de durée, à laquelle succède une dépression des forces plus ou moins prolongée. A hautes doses, la période d'excitation, ordinairement très-courte, est suivie d'un état d'anesthésie souvent profond. On a pu couper des membres à des individus enivrés sans qu'ils aient ressenti aucune douleur. J'ai entendu raconter par un chirurgien de l'Hôtel-Dieu qu'il y avait autrefois aux environs de Paris des rebouteurs qui parvenaient à réduire des luxations ayant résisté aux efforts des médecins les plus habiles. Tout leur secret consistait à enivrer leurs malades. Ils produisaient ainsi la cessation des contractions musculaires qu'on obtient maintenant au moyen du chloroforme.

Quand on met à nu le cerveau d'un lapin, de façon à pouvoir observer facilement la circulation cérébrale, on constate que l'ingestion de l'alcool produit une congestion considérable de cet organe, à laquelle succède bientôt un état anémique qui persiste jusqu'à la mort.

Sous l'influence de l'absorption d'une petite quantité d'alcool, la tension artérielle diminue et le nombre des pulsations augmente; en même temps, la température du corps s'abaisse, et cet abaissement, qui ne dépasse guère 1 degré pour de petites doses de substance, ainsi que l'a constaté le docteur Marvaux dans des expériences faites sur lui-même, peut cependant atteindre 10 degrés chez l'homme quand l'absorption du liquide a été très-considérable.

L'alcool semble jouer un rôle important dans l'alimentation. Liebig rapporte qu'à l'époque de l'établissement des Sociétés de tempérance en Angleterre et en Allemagne, beaucoup de personnes ayant remplacé par de l'argent le vin et la bière qu'elles donnaient auparavant à leurs domestiques, remarquèrent que la consommation en pain et autres aliments augmentait d'une façon notable, de

telle sorte qu'en réalité le vin était payé deux fois : en argent d'abord, et en supplément d'aliments ensuite.

Les faits de cette nature ont été trop fréquemment observés pour qu'il soit possible de les contester. Faut-il admettre, comme on le répète généralement, que l'alcool possède le pouvoir de ralentir le travail de désassimilation qui s'opère dans les tissus et, par suite, de diminuer les pertes de l'organisme, de façon que, tout en n'augmentant pas les recettes, il réduirait les dépenses? Nous avons déjà dit, à propos du café, ce que nous pensons de semblables hypothèses. Ce n'est précisément que par suite d'une usure plus considérable des matériaux de l'organisme que peut se manifester un accroissement des forces qui y prennent naissance. Toute substance qui diminuerait cette usure, loin d'augmenter la production de ces forces, ne pourrait évidemment que la ralentir. Pour nous, si l'alcool diminue la vitalité des tissus en les transformant en composés graisseux, comme nous le verrons plus loin, c'est parce qu'il provoque chez eux un surcroît d'activité qui hâte la dégénérescence à laquelle tous les éléments vivants sont fatalement condamnés.

Divers expérimentateurs, Hammond notamment, ont constaté, il est vrai, que l'ingestion d'une certaine quantité d'alcool arrête les pertes de poids que le corps éprouve par suite d'une nourriture insuffisante. Mais il est bien difficile de dire quel est, dans ce cas, le mode d'action réel de l'alcool. S'il fallait hasarder une hypothèse, nous dirions que ce liquide n'agit qu'en augmentant les sécrétions intestinales, et en rendant assimilable une plus grande partie des principes nutritifs introduits dans l'appareil digestif. En réalité, on n'assimile habituellement qu'une portion des aliments ingérés; le reste est rejeté au dehors, avec les excréments. Un accroissement de la sécrétion intestinale, et cet accroissement, sous l'influence de petites quantités d'alcool, a été prouvé par Claude Bernard, doit avoir pour résultat de rendre plus complète la digestion des substances alimentaires et, par suite, d'augmenter leur puissance nutritive.

Pris à petites doses, l'alcool, de même que les liquides qui en contiennent, est donc un aliment utile. Il est, de plus, un médicament

précieux. On commence, en effet, ou plutôt on recommence à l'employer en chirurgie et en médecine. Depuis quelque temps un grand nombre de praticiens remplacent par de l'alcool les cataplasmes et les corps gras autrefois en usage pour le pansement des plaies, et obtiennent ainsi de fort beaux résultats. Ce liquide prévient l'infection purulente, dessèche les tissus, favorise leur réunion immédiate et produit finalement une cicatrisation rapide.

En Angleterre, le docteur Bentley Todd a préconisé, il y a quelques années, l'alcool à l'intérieur contre toutes les maladies aiguës, et en particulier contre la fluxion de poitrine. Suivant ce médecin, combattre les affections aiguës en déprimant les forces par la diète, les saignées et les différents moyens habituellement employés, est une méthode fort mauvaise; il faut, au contraire, soutenir les forces pour mettre l'organisme en état de résister à la maladie. Les idées de Todd sont maintenant généralement adoptées en France. Au lieu d'affaiblir les malades par la diète et la saignée, comme on le faisait il y a quelques années à peine, on relève leurs forces par une alimentation convenable et des boissons alcooliques. Sous l'influence de cette médication, le délire cesse, le pouls tombe et la respiration se ralentit. C'est principalement chez les vieillards qu'on obtient de bons effets de l'alcool dans le traitement de la pneumonie.

L'alcool a été également administré avec succès contre les fièvres intermittentes, la fièvre continue, la phthisie pulmonaire et plusieurs affections du cœur. Donné à haute dose dans de l'eau très-chaude, il guérit souvent presque instantanément les accès d'asthme. Il constitue aussi le médicament le plus puissant que nous possédions contre le choléra.

On a attribué à l'alcool qu'ils contiennent les propriétés toxiques de certains liquides tels que l'absinthe. Tous les médecins ont eu à observer les pernicieux effets de l'abus de cette boisson : diminution de l'intelligence, tremblement des mains, hallucinations diverses et, finalement, épilepsie ou folie. Pour nous, l'action de cette liqueur n'est pas due à l'alcool qui lui sert de base, ni à l'absinthe elle-même, puisque cette plante n'entre que fort rarement dans le composé qui porte son nom, mais bien aux essences d'anis et de badiane qu'elle tient en dissolution.

On pourrait presque dire de l'alcool ce qu'Ésope disait de la langue, que c'est la meilleure et la pire des choses. A doses modérées, c'est un aliment utile et un médicament précieux ; à doses élevées ou même à petites doses trop fréquemment répétées, c'est un des plus pernicieux breuvages que l'homme ait inventés. C'est à son usage progressif en même temps qu'à celui du tabac* qu'il faut, d'après divers observateurs, attribuer l'accroissement considérable des maladies mentales et de la paralysie générale depuis quelques années. En 1830, il y avait 10,000 aliénés en France ; il y en a 80,000 aujourd'hui, et ce chiffre s'accroît chaque jour, en même temps que le mouvement progressif de la population se ralentit.

Les effets désastreux de l'abus des boissons spiritueuses sont bien connus et l'explication en est facile, quand on se rappelle ce que nous avons dit plus haut du séjour de l'alcool dans le foie, le cerveau et les divers organes. Des dyspepsies opiniâtres, la dégénérescence graisseuse du foie, la diminution des forces, des vertiges, le tremblement des membres, des hallucinations, la paralysie, une vieillesse prématurée sont le partage de ceux qui font un usage trop fréquent de l'alcool.

Le caractère des buveurs change rapidement, ils deviennent moroses, égoïstes, inhumains ; leur moralité s'altère et bientôt ils sont incapables de résister aux impulsions qui les sollicitent. La vie de famille leur paraît insupportable, leur aptitude à procréer diminue, et leurs enfants, quand ils en ont, sont imbéciles ou idiots. Ce n'est pas sans raison qu'une loi carthaginoise défendait toute autre boisson que l'eau le jour du mariage.

Les effets que nous venons d'énumérer sont d'une observation

*Le tabac, surtout quand on en respire la fumée, ce qui arrive toutes les fois qu'on fume autrement qu'en plein air, a une action presque aussi nuisible que celle de l'alcool. Son influence sur le cerveau est prouvée par l'affaiblissement de la mémoire qu'on observe si fréquemment chez les grands fumeurs. Nous avons interrogé, à ce sujet, des ouvriers travaillant dans les manufactures de tabac, notamment dans les salles de fermentation. Plusieurs nous ont dit qu'il leur arrive quelquefois, principalement l'été, de perdre momentanément la mémoire d'une façon presque absolue. Il est singulier qu'un fait aussi curieux ait échappé à l'attention des observateurs. Le lecteur trouvera cette question développée dans le mémoire que nous avons récemment présenté à l'Institut sous ce titre : *Recherches expérimentales sur la nature et la quantité des principes actifs de la fumée du tabac absorbée par les fumeurs.*

facile, et il n'est guère de médecins qui ne les aient plusieurs fois constatés. Mais ce qui échappe souvent à l'attention, c'est la dépression des facultés intellectuelles chez les buveurs. En peu d'années, on voit les intelligences les plus brillantes s'affaisser. Quelquefois le malheureux qui obéit à son impérieuse passion comprend qu'il s'enfonce dans un abîme; mais l'habitude est prise, il est trop tard pour lutter, et, fatalement, il est perdu.

S'il fallait définir d'un seul mot l'influence de l'alcool sur l'organisme, nous dirions simplement : *Il vieillit.* Sous son action prolongée, les éléments des organes se transforment partiellement en composés graisseux, qui semblent constituer le terme ultime de la vie des tissus. L'âge, les privations, une alimentation insuffisante agissent de même. Comme le vieillard arrivé aux périodes extrêmes de l'existence, le buveur s'éteint par dégénérescence graisseuse de ses organes. Impuissant à ralentir la marche rapide des années, l'homme ne peut que trop facilement en accélérer le cours.

Pendant les deux siéges de Paris, la désastreuse influence de l'alcool sur la vitalité des organes a été mise en évidence par des faits nombreux. Chez les buveurs la plupart des blessures et des opérations étaient mortelles. Altérés dans leur essence, les tissus étaient impuissants à réparer leurs pertes. Les blessures les plus légères devenaient fréquemment chez eux l'origine de phlegmons, dont la terminaison habituelle était la mort.

On serait injuste cependant en jetant la pierre à tous les buveurs; souvent ils ont cherché dans les hallucinations de l'ivresse l'oubli de maux trop réels. Souvent aussi, c'est par nécessité qu'ils boivent. Lorsque l'ouvrier, écrit Liebig, ne gagne pas de quoi se procurer la quantité d'aliments nécessaire à son entretien, il est forcé de recourir à l'eau-de-vie pour réparer ses forces. Il ne les répare, il est vrai, qu'aux dépens de son corps; c'est une lettre de change qu'il tire sur sa santé et qu'il lui faut toujours renouveler. Consommant le capital au lieu des intérêts, il arrive bientôt à la banqueroute.

Ce n'est pas, en effet, en physiologiste seulement, mais en philosophe aussi, qu'il faut étudier ces intéressantes questions. L'homme,

bien qu'il l'ignore souvent, est fatalement l'esclave de sa constitution et du milieu où il vit. Plaignons le buveur, mais ne l'accusons pas. Ils sont en majorité ceux auxquels toutes les jouissances de la vie sont pour toujours interdites et qui, par un travail persévérant, ne peuvent même pas gagner le nécessaire. Sous l'influence des fumées de l'ivresse, le misérable oublie une heure sa dure destinée et peuple d'illusions les horizons bornés que la fatalité lui a faits. L'eau-de-vie est l'opium de la misère.

CHAPITRE IV.

ALIMENTATION ET RÉGIME.

Force dépensée par les organes pour entretenir leur activité. — Variation des pertes journalières et nécessité de les réparer. — Quantité d'aliments nécessaire pour entretenir la vie. — Poids de viande et de pain qui doivent entrer dans l'alimentation. — Nécessité de varier le régime suivant le climat, le genre de vie etc. — Calcul de la valeur nutritive des divers aliments. — Moyen de composer des rations équivalentes. — Force mécanique et chaleur engendrées par les divers aliments. — Égalité entre les recettes et les dépenses dans une alimentation suffisante. — Effets produits par un excédant d'aliments. — Théorie de l'engraissement. — Influence exercée par le régime sur la production du travail et sur la santé. — Comparaison entre les ouvriers anglais et français. — Mortalité énorme dans l'armée française sous l'influence d'une nourriture insuffisante. — Faits observés en Crimée, en Italie et pendant le siége de Paris. — Influence du régime sur les idées et les mœurs.

I.

Les organes des êtres vivants ne peuvent fonctionner qu'à la condition de trouver dans les aliments de quoi entretenir leur activité incessante. Sources de la chaleur, du mouvement et des puissances diverses que l'animal met en jeu, les matériaux nutritifs doivent être renouvelés sans cesse.

La force que les organes dépensent uniquement pour continuer à fonctionner est considérable. D'après les expériences de Fick et de Helmholtz, le travail accompli par le cœur pendant vingt-quatre heures représente une force suffisante pour élever 69,000 kilogr. à la hauteur de 1 mètre; celui des poumons, dans le même temps, élèverait 11,000 kilogr. à la même hauteur. Lorsque l'homme travaille toute la journée, il dépense une somme de forces assez considérable pour élever 109,000 kilogr. à la hauteur de 1 mètre; cette nouvelle dépense vient alors s'ajouter à celle qui précède.

Les pertes du corps variant avec le degré d'activité des organes, la quantité des aliments ingérés doit varier également. La physiologie enseigne dans quelles proportions doivent être combinés les

divers aliments pour fournir aux dépenses de l'organisme. Ses prescriptions sont rigoureuses et ce n'est pas en vain qu'on les méconnaît. Nous avons dit précédemment, et plus loin nous répéterons encore, quelles conséquences désastreuses peuvent résulter de leur ignorance.

Pour évaluer la quantité d'aliments nécessaire à l'entretien des organes, il faut nécessairement connaître les pertes que ces derniers subissent. Si l'on sait, par exemple, que par les diverses sécrétions, la respiration et les déjections, il est journellement perdu 20 grammes d'azote et 300 grammes de carbone, il est évident que les aliments devront contenir exactement la même somme d'azote et de carbone. Ces déperditions sont excessivement variables * et ne sauraient se résumer par une moyenne, comme on le fait généralement. Le régime d'un homme qui se livre à un travail fatigant ne doit, en aucune façon, être comparé à celui d'un individu en repos.

Pour montrer comment peut se calculer une ration, nous supposerons qu'il faille établir le régime alimentaire d'un homme qui perd journellement, par sa respiration, ses déjections et ses sécrétions, 20 grammes d'azote, c'est-à-dire 130 grammes de matières azotées, et 310 grammes de carbone. Ce sont les chiffres donnés par M. Payen et reproduits par divers physiologistes comme la moyenne des déperditions de chaque jour. Ils diffèrent sensiblement de ceux obtenus par d'autres expérimentateurs étrangers, ce qui se comprend facilement quand on sait combien sont étendues les limites dans lesquelles les pertes journalières varient**.

*Dans ses expériences sur lui-même, Smith a reconnu que l'acide carbonique exhalé par la respiration s'élève à 19 grammes par heure pendant le sommeil, à 29 grammes, le jour, pendant le repos, à 100 grammes pendant une marche très-rapide et à 189 grammes pendant un travail fatigant. L'élimination de l'azote présente des différences analogues. Dans une série d'observations, également faites sur lui-même, le docteur Byasson a vu que l'excrétion de l'urée, un des principes les plus azotés de l'économie, peut varier de 19 à 41 grammes par jour.

** D'après Letheby, la ration alimentaire journellement nécessaire doit contenir :

	Carbone.	Azote.
Pour l'état de désœuvrement	250 gr.	12 gr.
Pour l'état de travail ordinaire.	370 »	20 »
Pour l'état de travail actif	380 »	26 »

Le simple énoncé qui précède indique que les aliments doivent contenir du carbone et de l'azote. Le fait a été fréquemment prouvé par l'expérience. En nourrissant des animaux exclusivement avec du sucre, de l'amidon, de la gomme et de l'eau, toutes substances non azotées, on les voit succomber rapidement. Ils meurent également, mais moins vite que dans le cas précédent, si leur nourriture ne se compose que d'aliments azotés ne renfermant pas de carbone, tels que la chair musculaire privée de graisse, le blanc d'œuf etc.

Prenons maintenant des aliments contenant du carbone et de l'azote, tels que la viande et le pain, et voyons quelles doses de ces matières nutritives, prises isolément ou réunies, seraient nécessaires pour former la ration d'un individu subissant les pertes journalières précédemment mentionnées, c'est-à-dire 130 grammes de matières azotées et 310 grammes de carbone.

100 grammes de pain contenant 7 grammes environ de matières azotées et 30 grammes de carbone, on trouve, par un calcul fort simple, qu'un individu exclusivement nourri de pain devrait, pour réparer la perte de 130 grammes de matières azotées, consommer journellement 1857 grammes de cette substance. Mais en plus de 130 grammes de matières azotées, il faut 310 grammes de carbone, et comme il suffit de 1033 grammes de pain pour fournir cette quantité, il s'ensuit que le sujet que nous prenons pour exemple aura consommé sans nécessité tout le carbone contenu dans les 824 grammes formant la différence entre 1033 grammes et 1857 grammes. L'assimilation de cet excès inutile d'aliments oblige l'appareil digestif à un travail qui absorbe une partie de la force que pourraient utiliser les organes.

Supposons actuellement que le même individu veuille se nourrir exclusivement de viande, et cherchons quelle quantité il devra en absorber. 100 grammes de viande contenant 11 grammes de carbone et 20 grammes de matières azotées, pour trouver dans cet aliment les 310 grammes de carbone dont il a besoin, il faudra qu'il en consomme journellement 2818 grammes; mais, comme les 130 grammes de matières azotées qui lui sont nécessaires sont contenus dans 650 grammes de viande seulement, il s'ensuit que

relativement à l'azote il en aura ingéré un excès représenté par la différence entre 2818 grammes et 650 grammes, c'est-à-dire 2168 grammes. Il y aura donc, comme dans le cas précédent, absorption inutile de matières nutritives et fatigue pour l'appareil digestif.

Si nous cherchons maintenant à combiner ensemble le pain et la viande de façon à n'employer aucun d'eux en excès, nous voyons que la ration suivante :

	Poids.	Substances azotées.	Carbone.
Pain	1000	70	300
Viande désossée	300	60	33
	1300	130	333

renferme la quantité de carbone et de substance azotée nécessaire pour réparer les pertes journalières sans dépense inutile, et si à ces 1300 grammes de matières solides absorbées nous ajoutons 1 kilogr. environ de boissons, nous aurons une alimentation complète.

On pourrait répéter pour les différents aliments le calcul que nous venons de faire pour le pain et la viande, et toujours apparaîtrait la nécessité de les combiner ensemble suivant les indications qui précèdent pour en tirer tout le parti possible. Cette combinaison peut être variée à l'infini, à la condition qu'on y trouve toujours la quantité de matériaux journellement perdus. La proportion de 310 grammes de carbone et de 130 grammes de matières azotées nous semble un minimum au-desssous duquel une ration d'adulte ne doit jamais descendre sous nos climats. Quant à la façon dont l'alimentation doit être modifiée suivant les circonstances, on peut s'en rendre compte en examinant, ainsi que nous le ferons plus loin, les effets produits par des rations différentes; mais donner à cet égard des indications précises est impossible. L'alimentation doit varier suivant la température, le genre de vie, la constitution, le travail et diverses conditions dont l'énumération serait trop longue. L'habitant du pôle est obligé d'absorber une quantité de graisse et d'huile considérable pour pouvoir maintenir son corps à une température suffisante. L'anglais combat l'influence du

climat humide en se nourrissant de viandes saignantes mangées presque sans pain, de thé et de boissons fortement alcooliques. L'habitant des pays chauds, au contraire, bannit de son alimentation les corps gras et l'alcool et fait presque exclusivement usage de substances féculentes, de fruits et de légumes, matières qui développent très-peu de chaleur. Mahomet a défendu avec raison à ses disciples l'usage du vin et de la chair de porc, la plus adipeuse de toutes, mais sous des latitudes froides ou tempérées une prohibition semblable n'eût pas été possible.

La valeur nutritive des aliments peut se calculer approximativement d'après la quantité d'azote et de carbone qu'ils contiennent. Quand on connaît cette proportion, on peut facilement composer avec des aliments divers des rations équivalentes. Le tableau que nous donnons plus loin, dû aux recherches de M. Payen, fournit à ce sujet des renseignements utiles. Il ne faudrait pas considérer cependant, ainsi qu'on le fait généralement, les indications de cette nature comme absolues. Ce n'est pas en réalité à l'azote et au carbone, mais uniquement à quelques-uns des principes formés par la combinaison de ces corps avec l'oxygène et l'hydrogène, que les matériaux alimentaires doivent leur puissance nutritive. Une substance très-azotée, comme l'urée par exemple, peut être dépourvue de tout pouvoir alimentaire ; il en est de même de divers composés riches en carbone. En outre, les matières minérales (phosphates, chlorures etc.) dont on ne fait pas mention, ont, ainsi que nous l'avons vu, une influence considérable. Ce n'est donc que faute de connaissances scientifiques plus approfondies qu'on est obligé de baser la valeur des aliments sur la proportion d'azote et de carbone qu'ils renferment.

A la suite du tableau présentant la richesse des aliments en azote et en carbone, nous en donnons un second dû aux recherches récentes du docteur Franckland, qui fait connaître la quantité de chaleur et de travail que peut développer chacun d'eux. Ces indications nouvelles en physiologie et qu'on ne pouvait prévoir à l'époque si récente encore où la théorie mécanique de la chaleur et de la transformation des forces était inconnue, ont une utilité pratique évidente.

Quantité d'azote, de carbone, de graisse et d'eau, contenue dans 100 parties de divers aliments.

ALIMENTS.	AZOTE *.	CARBONE.	GRAISSE.	EAU.
Viande de bœuf, sans os.	3,0	11,0	2,0**	78,0
Bœuf rôti	3,5	11,7	5,2	69,9
Foie de veau	3,1	15,7	6,6	72,3
Poumons de veau	3,4	14,5	2,5	73,5
Raie, sans arêtes.	3,8	12,5	0,5	75,5
Morue salée, sans arêtes	5,1	16,0	0,4	47,0
Harengs salés, id.	3,1	23,0	12,7	49,0
Harengs frais, id.	1,8	21,0	10,1	70,0
Maquereau, id.	3,7	19,0	6,7	68,2
Sole, id.	1,9	12,2	0,2	86,1
Carpe, id.	3,5	12,1	1,1	76,9
Goujons, id.	2,7	13,5	2,6	76,9
Anguilles, id.	2,0	30,1	23,9	62,1
Œuf de poule (blanc et jaune).	1,9	13,5	7,0	80,0
Lait de vache	0,6	8,0	3,7	88,5
Escargots cuits	2,5	9,2	0,9	76,1
Fromage de Brie.	2,9	35,0	25,7	45,2
Fromage de Gruyère	5,0	38,0	24,0	40,0
Fèves.	4,5	42,0	2,5	15,0
Haricots flageolets séchés	4,1	48,5	2,6	5,1
Lentilles.	3,8	43,0	2,6	11,5
Pois secs ordinaires	3,7	44,0	2,1	8,3
Farine blanche de Paris	1,7	38,5	1,8	14,0
Farine de seigle	1,8	41,0	2,3	15,0
Farine de maïs	1,7	44,0	8,8	12,0
Farine de riz	1,8	41,0	0,8	13,0
Pain blanc de Paris.	1,1	29,5	1,2	35,0
Pain de munition	1,2	30,0	1,5	35,0
Pain de farine de blé dur	2,2	31,0	1,7	37,0
Carottes	0,3	5,5	0,2	88,0
Champignons de couche	0,7	4,5	0,4	91,0
Châtaignes sèches	1,1	48,0	6,0	10,0
Pruneaux	0,7	28,0	—	26,0
Noix fraîches	1,4	10,6	3,6	85,5
Chocolat.	1,5	58,0	26,0	8,0
Lard	1,1	71,0	71,0	20,0
Beurre	0,6	83,0	82,0	14,0
Huile d'olive	—	98,0	96,0	2,0
Bière forte	0,1	4,5	—	90,0

* Les nombres de cette colonne, multipliés par 6,5, donnent le poids de la matière azotée.

** La graisse varie de 2 à 20 p. 100.

Force et chaleur développées par l'oxydation de divers aliments *.

NOMS DES ALIMENTS.	UNITÉS DE CHALEUR		KILOGRAMMÈTRES DE FORCE **.	
	aliment sec.	aliment à l'état naturel.	aliment sec.	aliment à l'état naturel
Fromage (cheshire)	6114	4647	2589	1969
Pommes de terre	3752	1013	1589	429
Gruau d'avoine	—	4004	—	1696
Farine	—	3941	—	1669
Farine de pois	—	3936	—	1667
Farine de riz	—	3813	—	1615
Arrow-root	—	3912	—	1657
Pain (mie)	3984	2231	1687	945
Pain (croûte)	—	4459	—	1888
Bœuf (maigre)	5313	1567	2250	664
Veau (maigre)	4514	1314	1912	556
Jambon (maigre)	4343	1980	1839	839
Maquereau	6064	1789	2568	758
Merlan	4520	904	1914	383
Blanc d'œuf	4896	671	2074	284
Œuf dur	6321	2383	2677	1009
Jaune d'œuf	6460	3423	2737	1449
Gélatine	4520	—	1914	—
Lait	5093	662	2157	280
Carottes	3767	527	1595	223
Choux	3776	434	1599	184
Cacao	—	6873	—	2911
Gras de bœuf	9069	—	3841	—
Beurre	—	7264	—	3077
Huile de foie de morue	—	9107	—	3857
Sucre blanc	—	3348	—	1418

II.

Quand les pertes que l'animal éprouve sont compensées par des rations d'aliments équivalentes, son poids reste invariable et la quantité de nourriture qu'il consomme, ajoutée à l'oxygène inspiré, représente exactement la somme de ses déperditions journalières.

* Quand les aliments sont oxydés dans le corps, ils produisent un peu moins de force que quand on les brûle dans l'oxygène, parce que leur azote, au lieu d'être réduit sous sa forme élémentaire, comme dans la combustion dans l'oxygène, sort du corps à l'état d'urée, qui conserve une somme notable d'énergie disponible.

** Le kilogrammètre représente la force suffisante pour élever 1 kilogramme à la hauteur de 1 mètre.

Dans une expérience faite sur un cheval, M. Boussingault a obtenu les résultats suivants :

Aliments consommés par l'animal en 24 heures, et oxygène absorbé par la respiration		kil. 25,770
Produits rendus par l'animal en 24 heures :		
Urine et excréments	15,480	25,770
Eau, acide carbonique et azote de l'exhalation pulmonaire et cutanée	10,290	

Des expériences semblables, répétées sur l'homme, ont conduit aux mêmes résultats. Pour 100 parties d'aliments et d'oxygène absorbés (75 d'aliments et 25 d'oxygène), il y a exactemant 100 parties de produits rendus (35 d'urine et d'excréments, 30 d'acide carbonique exhalé par les poumons et la peau, 35 d'eau éliminée par la même voie).

Lorsque le poids des pertes est supérieur à celui des recettes, l'animal vit aux dépens de ses propres tissus et maigrit; il devient anémique et traîne une existence anguissante jusqu'à ce que ses organes aient éprouvé des altérations incompatibles avec la vie. Nous avons déjà fait connaître les phénomènes que l'alimentation insuffisante peut produire.

Quand le poids des recettes journalières est supérieur à celui des pertes, l'animal accumule sous forme de graisse dans ses tissus une partie de cet excès de matériaux réserve qu'il utilisera lorsque son alimentation sera insuffisante, afin que l'équilibre entre la recette et la dépense soit toujours maintenu. Les marmottes, quand elles se réveillent à la fin de l'hiver, ont complétement perdu la graisse qu'elles avaient accumulée dans leurs organes avant de se livrer au sommeil.

Tout ce qui ralentit la dépense des matériaux nutritifs favorise l'accumulation de la graisse dans les tissus. Chacun sait qu'on fait engraisser rapidement les animaux en les maintenant au repos et en leur fournissant une alimentation abondante, riche surtout en matières grasses, sucrées ou farineuses. Au contraire, l'exercice combiné à un régime animal fait maigrir. C'est sur ces principes que repose l'entraînement des boxeurs et des jockeys anglais.

L'influence exercée par l'alimentation sur les fonctions des organes est considérable. Il nous suffira, pour le démontrer, de com-

parer les effets produits par des régimes différents, tels que ceux de l'ouvrier anglais, de l'ouvrier irlandais et du soldat français, par exemple :

Régime des ouvriers anglais qui travaillaient en 1841 au chemin de fer de Rouen (GASPARIN).

Viande	660	équivalant à	carbone	500
Pain	750		matières azotées	208
Pommes de terre	1000			
Bière	2000			
	4410			

Régime des ouvriers irlandais.
(*Revue britannique*, citée par Payen.)

Pommes de terre	6250	équivalant à	carbone	669
Lait	500		matières azotées	120
Eau ou petite bière	2000			
	8750			

Régime des soldats français en campagne.

Pain (ou 500 gr. biscuit)	750	équivalant à	carbone	330
Viande fraîche non désossée (ou bœuf salé, 250 ; ou lard, 200)	250		matières azotées	120
Riz (ou légumes secs, 60)	30			
Sel	16			
Café	16			
Sucre	21			
Vin (très-exceptionnellement), 1/4 de litre (ou eau-de-vie, 1/16e de litre)				

Le premier de ces régimes, celui de l'ouvrier anglais, est infiniment supérieur aux deux autres ; sa valeur comparative a été démontrée d'une façon fort évidente. En 1841, la Compagnie adjudicataire du chemin de fer de Paris à Rouen chargea de la construction de la voie des ingénieurs anglais qui amenèrent avec eux des ouvriers de leur pays. Ces derniers ayant été employés concurremment avec des ouvriers indigènes, on remarqua que deux Anglais faisaient autant de travail que trois Français. En recherchant les causes de cette différence, on reconnut que les ouvriers venus d'Angleterre consommaient des quantités considérables de viande, tandis

que les ouvriers français faisaient principalement usage de soupe et de légumes. On mit ces derniers au régime des premiers, et à partir de ce moment l'inégalité de travail disparut.

Cette expérience concluante a été renouvelée bien des fois par les entrepreneurs anglais. Quand ils occupent sur leurs chantiers des ouvriers français et surtout des ouvriers irlandais, dont nous avons fait connaître le mauvais régime, ils exigent d'eux que leur alimentation soit la même que celle des Anglais.

Quant au régime des soldats français, il est aussi défectueux que possible. La ration que nous avons indiquée plus haut serait insuffisante en temps de paix *; en temps de guerre, elle produit des résultats désastreux. Les chiffres relevés par le docteur Chenu dans sa statistique des campagnes de Crimée et d'Italie ne laissent aucun doute sur ce point.

Nous avons vu, dans un chapitre précédent, que pendant le second hiver de la campagne de Crimée, c'est-à-dire à l'époque de la cessation des hostilités régulières, l'armée française avait perdu par suite de maladies résultant d'une alimentation insuffisante et de mauvaises conditions hygiéniques 20,868 hommes sur un effectif de 130,000, tandis que l'armée anglaise n'en avait perdu que 441 sur un effectif moyen de 50,000 hommes, et ce qui rend ce fait encore plus probant, c'est que, pendant la première année de la campagne, les soldats anglais, fort mal nourris, présentèrent une mortalité plus considérable que les Français. « On vit ainsi, dit le docteur Shimpton, un fait unique dans son espèce, une armée d'abord menacée d'être détruite par les maladies passer presque sans transition à l'état sanitaire le plus florissant, et cela toujours dans les mêmes circonstances de guerre, de climat, de saison. »

Ces enseignements ont porté leurs fruits en Angleterre et en Amérique ; mais chez nous ils ont été stériles. Pendant la campagne d'Italie, en 1859, sous l'influence des mêmes causes, les mêmes

* La quantité de 250 grammes de viande, qui figure dans la ration du soldat, est celle qui est prescrite par les règlements administratifs pour les enfants de 12 à 15 ans dans les lycées. Un soldat en campagne dépensant autant de force qu'un ouvrier sur un chantier, sa ration devrait être égale à celle de ce dernier, et le régime de l'ouvrier anglais, précédemment cité, pourrait servir de type.

effets se sont de nouveau produits, et le docteur Chenu, résumant l'opinion des médecins de l'armée d'Italie, attribue « *surtout à l'insuffisance de la nourriture* » la mortalité de nos troupes. Pendant la guerre de 1870-1871, dès le début de la campagne, les effets d'une alimentation insuffisante se faisaient encore sentir.

Nous avons vu comment les Anglais avaient compris l'importance de cette question; les Américains et les Allemands l'ont comprise également. Dans leurs dernières guerres, la nourriture du soldat était l'objet de leurs soins attentifs, et son régime alimentaire était celui de l'officier chez nous. Persuadés qu'une bonne nourriture double la résistance d'une armée aux maladies, ils considéraient cette apparente profusion comme une économie considérable; aussi le scorbut et le typhus, ces deux fléaux des armées en campagne, les ont à peine atteints. En temps de guerre, la mortalité des troupes américaines sous l'influence de ces maladies a été de moitié inférieure à ce qu'elle est en France dans nos casernes en temps de paix.

L'utilité des connaissances physiologiques et de leur application à l'hygiène est démontrée sans réplique par tout ce qui précède. On peut méconnaître les lois de la nature; mais une dérogation à ces lois s'expie toujours.

Malheureusement l'indifférence du public français pour les choses scientifiques est telle que des faits de la nature de ceux qui viennent d'être exposés n'excitent aucun intérêt. On accueille avec empressement l'invention d'une arme meurtrière, mais on se soucie peu de réclamer l'application des moyens qui permettraient de conserver l'existence à des milliers d'êtres. La gloire, hélas! ne consiste pas à préserver la vie des hommes, mais bien à les exterminer.

Nous avons montré, dans ce qui précède, l'influence du régime sur la santé, la durée de la vie, la résistance aux maladies et la production du travail. Nous terminerons en disant quelques mots de son influence sur l'énergie morale, le caractère et la production des idées. Chez les animaux, cette influence a été bien souvent constatée. Les carnivores qu'on nourrit exclusivement de végétaux perdent leur humeur féroce, pour la reprendre dès que leur alimentation redevient animale. En creusant le sujet, on pourrait démon-

trer combien varient les mœurs et les idées des peuples avec leur nourriture. A la bière est dû en partie le génie contemplatif de l'Allemand, au vin l'esprit du Français, et, sous une forme paradoxale peut-être, Liebig émet une vérité profonde quand il dit : « Il est certain que trois personnes dont l'une s'est rassasiée de bœuf et de pain, l'autre de pain et de fromage, la troisième de pommes de terre, considèrent chacune à des points de vue bien différents une difficulté qui vient se présenter à elles. L'action des différents aliments sur le cerveau et sur les nerfs varie évidemment suivant certains principes particuliers qu'ils renferment. »

Il est bien évident, du reste, et chacun a pu l'expérimenter sur soi, qu'après un repas abondant ou à la suite de l'ingestion d'une certaine quantité de substances excitantes, telles que l'alcool et le café, les idées sont toutes différentes de celles qui naissent quand on se trouve à jeun.

Les philosophes, qui croient que les facultés des êtres sont indépendantes de leur organisation, comprennent difficilement ces vérités élémentaires pour le physiologiste; c'est cependant dans des explications de cet ordre qu'il faut chercher le secret de bien des événements. Dans ses lettres sur les substances alimentaires, I. Geoffroy Saint-Hilaire a montré combien un régime trop exclusivement végétal affaiblit l'intelligence et déprime l'énergie morale. « Que de grands faits dans la vie des nations, dit-il, auxquels les historiens assignent des causes diverses et complexes et dont le secret est au foyer des familles ! Voyez l'Irlande et voyez l'Inde ! L'Angleterre règnerait-elle paisiblement sur un peuple en détresse, si la pomme de terre, presque seule, n'aidait celui-ci à prolonger sa lamentable agonie ? Et par-delà les mers, cent quarante millions d'Hindous obéiraient-ils à quelques millions d'Anglais, s'ils se nourrissaient comme eux ? Les Brames, comme autrefois Pythagore, avaient voulu adoucir les mœurs; ils y ont réussi, mais en énervant les hommes. »

CHAPITRE V.

DIGESTION DES ALIMENTS.

Division du chapitre. — § 1er. *Connaissances des anciens relatives à la digestion.* — Théories des médecins de l'antiquité sur cette fonction. — Expériences de Réaumur, de Spallanzani etc. — § 2. *Marche des aliments dans le tube digestif.* — Préhension des aliments. — Succion. — Mastication. — Nécessité de mâcher les aliments pour les digérer. — Déglutition ou action d'avaler. — Séjour des aliments dans l'estomac. — Contractions de cet organe. — Vomissement. — Éructation. — Rumination. — Séjour des aliments dans l'intestin. — Contractions de cet organe. — Expulsion du résidu des aliments au dehors. — Utilité des gaz intestinaux et danger de leur accumulation trop considérable. — § 3. *Transformation des aliments dans le tube digestif.* — Salive. — Action de ce liquide sur les aliments. — Suc gastrique. — Action sur les aliments. — Utilité du suc gastrique artificiel dans les affections de l'estomac. — Temps que les aliments mettent pour être digérés dans l'estomac. — Bile. — Action de ce liqide sur les aliments. — Suc pancréatique et suc intestinal. — § 4. *Absorption du produit de la digestion.* — Rôle des veines et des vaisseaux chylifères. — Découverte des chylifères et des lymphatiques. — Absorption dans les différentes parties du tube digestif. — Alimentation par l'introduction de matières nutritives dans le rectum. — Absorption des médicaments. — § 5. *Résumé des phénomènes de la digestion.*

Pour passer à l'état de matière nutritive assimilable, les substances alimentaires doivent éprouver des transformations variées. Saisis par l'animal, puis soumis à la mastication, qui les divise, les aliments pénètrent ensuite dans l'estomac et l'intestin, où ils sont transformés. Leurs parties assimilables sont absorbées par les vaisseaux qui se trouvent à la surface du tube digestif, et leurs parties non assimilées sont rejetées au dehors.

Pour mettre de l'ordre dans l'exposé de notre sujet, nous serons obligé d'examiner séparément les phénomènes qui concourent à la digestion, bien que plusieurs se passent simultanément. Nous dirons d'abord quelques mots des connaissances des anciens relatives à cette fonction, puis nous étudierons successivement la marche des ali-

ments dans le tube digestif, les modifications qu'ils subissent sous l'influence des liquides qu'ils y rencontrent, et enfin l'absorption du produit de la digestion.

§ 1er.

CONNAISSANCES DES ANCIENS PHYSIOLOGISTES SUR LA DIGESTION.

Les connaissances des médecins de l'antiquité sur la digestion étaient fort inexactes. Les uns la comparaient à une sorte de cuisson effectuée par la chaleur de l'estomac. Les autres n'y voyaient qu'un phénomène mécanique, une sorte de trituration; quelques-uns la considéraient comme une fermentation.

Les premières recherches expérimentales sur cette importante fonction furent faites au dix-septième siècle par les membres de la célèbre Académie *del Cimento*. Ayant introduit des balles de plomb dans l'estomac de certains oiseaux, tels que les autruches, et les ayant retirées aplaties, ils en conclurent que la digestion n'est qu'une trituration. Mais comme les anatomistes savaient que l'estomac de l'homme est membraneux et incapable d'efforts musculaires énergiques, cette opinion trouva de nombreux contradicteurs.

Pour trancher la question, Réaumur entreprit, en 1750, une série d'expériences fort nombreuses. Afin de soustraire les aliments à l'action des parois de l'estomac, il les enveloppa de tubes métalliques fermés par un grillage. Les oiseaux sur lesquels il expérimentait appartenaient à des espèces se nourrissant de graines. Dans ces conditions, les aliments ne furent pas digérés.

Un expérimentateur ordinaire se serait contenté de cette observation en apparence concluante et aurait affirmé que l'action mécanique de l'estomac est indispensable à la digestion. Il eût été cependant dans l'erreur ; car, en variant les conditions de ses expériences, Réaumur reconnut que les oiseaux à estomac membraneux, dont la nourriture se compose de substances animales, digèrent les aliments qu'on leur fait avaler dans des tubes fermés. Malheureusement l'illustre physiologiste s'arrêta là. Considérant la question comme élucidée, il crut pouvoir affirmer que le travail digestif ne

s'opère pas d'une façon identique chez tous les animaux, conclusion absolument erronée.

Un ingénieux expérimentateur, l'abbé Spallanzani, répéta en 1777 les expériences de Réaumur, mais il alla beaucoup plus loin que ce dernier. Voyant que les graines introduites dans des tubes fermés n'étaient pas digérées, il les réduisit en fragments et observa alors qu'elles n'échappaient plus à l'action des sucs digestifs. L'agent de la digestion était donc bien le liquide contenu dans l'estomac. Pour le prouver d'une façon plus évidente encore, il opéra des digestions artificielles en soumettant des aliments, dans des vases quelconques, à l'action du suc gastrique. La viande et les graines furent également digérées; mais ces dernières n'étaient attaquées que lorsqu'on avait pris la précaution de détruire leur enveloppe.

Ces observations prouvèrent que chez tous les animaux la digestion s'opère par l'intermédiaire du suc gastrique et d'une façon identique, à condition que les aliments recouverts d'une enveloppe inattaquable par le liquide digestif, comme les graines par exemple, soient préalablement broyés. Cette dernière opération est remplie, chez les mammifères, par les dents; chez les oiseaux carnivores, par les muscles puissants dont leur estomac est muni; chez les oiseaux se nourrissant exclusivement de chair, elle est inutile*.

Telles furent les mémorables expériences qui servirent de base aux recherches des physiologistes modernes sur la digestion. L'analyse des observations au moyen desquelles on est parvenu à constater ce fait si simple que les aliments introduits dans l'estomac sont transformés par l'action du liquide qui s'y trouve contenu, et non sous l'influence de la température ou des contractions de cet organe, prouve à quelles erreurs on peut s'exposer quand on tire des conclusions générales d'expériences isolées, quelle qu'en soit l'exactitude.

Un grand nombre de physiologistes modernes s'engagèrent dans

*La mastication est inutile pour la même raison chez les mammifères dont la nourriture se compose exclusivement de chair. Aussi les dents leur servent beaucoup plus à saisir et à déchirer leurs aliments qu'à les mâcher. Elles remplacent le bec crochu et puissant des oiseaux de proie.

la voie ouverte par Spallanzani, et les découvertes se succédèrent rapidement. On étudia l'action du suc gastrique sur les aliments, et on vit qu'il en attaque quelques-uns, tels que la viande, mais qu'il reste inactif sur d'autres, tels que l'amidon et les corps gras.

On rechercha alors dans quelle partie du tube digestif s'opère la transformation de ces dernières substances et l'on reconnut que les divers liquides de l'intestin: la bile, le suc pancréatique et le suc intestinal, jouissent de propriétés spéciales que nous étudierons plus loin. L'histoire détaillée des découvertes des fonctions des divers liquides digestifs nous entraînerait trop loin.

§ 2.

MARCHE DES ALIMENTS DANS LE TUBE DIGESTIF.

Préhension des aliments. Chez l'homme et chez beaucoup d'animaux, tels que le singe et le castor, la préhension des aliments solides se fait à l'aide des membres supérieurs; chez d'autres, elle s'opère par des moyens très-variés. Les carnassiers saisissent leur proie avec leurs mâchoires; les oiseaux, avec leur bec; les caméléons, avec leur langue, qui peut, en raison de sa longueur, être projetée à une petite distance; les éléphants, avec leur trompe; certains polypes, au moyen de leur estomac, qu'ils font sortir de leur corps et rentrer ensuite avec les aliments qui y restent attachés.

Les substances liquides peuvent également être saisies de différentes façons. Pour extraire le lait du sein de leur mère, les jeunes mammifères attirent le liquide dans leur bouche en y faisant le vide. La cavité buccale joue alors le rôle d'une pompe aspirante dont la langue serait le piston. Pendant la succion, la bouche est close de toute part: en avant, par les lèvres moulées sur le mamelon; en arrière, par le voile du palais, qui s'applique contre la base de la langue et empêche toute communication avec le pharynx et les fosses nasales. Le lait y pénètre et y séjourne jusqu'à ce que l'animal fasse un mouvement de déglutition qui l'amène

dans l'œsophage et l'estomac. La respiration ne se faisant alors que par le nez, il importe que la circulation de l'air dans ce canal ne

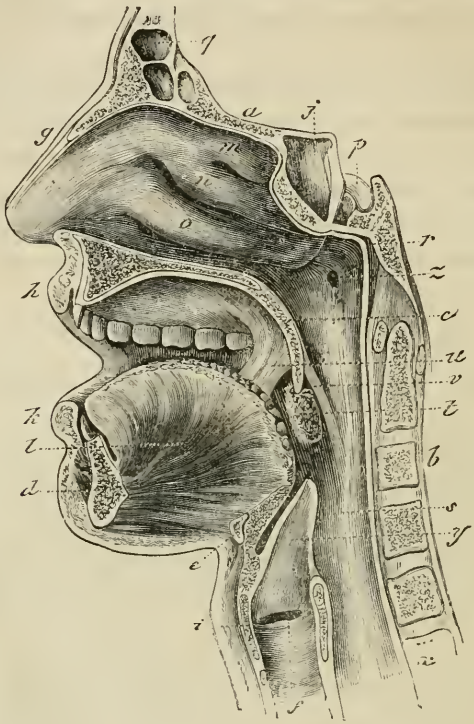


Fig. 47. — *Coupe verticale de la bouche d'avant en arrière* *.

soit gênée par aucun obstacle. Un simple rhume de cerveau, chez les enfants à la mamelle, est quelquefois fort grave, parce que les mucosités qui bouchent les fosses nasales ne permettant pas la respiration par cette voie, les empêchent de téter.

* *a*) Voûte des fosses nasales. — *b*) Vertèbres cervicales. — *c*) Voile du palais. — *d*) Section de la mâchoire inférieure, sur laquelle on voit s'insérer le muscle génio-glosse. — *e*) Section de l'os hyoïde. — *f*) Coupe du larynx. — *g*) Nez. — *h*) Lèvre supérieure. — *i*) Coupe du cartilage thyroïde ou pomme d'Adam. — *j*) Sinus sphénoïdal. — *k*) Lèvre inférieure. — *l*) Muscle génio-glosse formant une grande partie de la langue. — *m*, *n*, *o*) Cornets de la fosse nasale droite. — *p*) Artère vertébrale. — *q*) Sinus frontaux. — *r*, *s*) Pharynx. — *t*) Amygdale droite entre les piliers antérieur *u* et postérieur *v* de ce côté du voile du palais; au-dessus de l'amygdale on voit la luette. — *x*) Vertèbres cervicales. — *y*) Épiglotte redressée contre la base de la langue; elle couvre l'orifice supérieur du larynx pendant la déglutition. — *z*) Orifice de la trompe d'Eustache.

Lorsqu'on boit en plongeant complétement les lèvres dans le liquide, l'introduction de la boisson se fait par un mécanisme analogue à celui que nous venons de décrire. Si les lèvres n'y plongent qu'en partie, elle n'est entraînée dans l'estomac que par le courant d'air produit par les mouvements d'inspiration du thorax.

Chez les oiseaux, la préhension des aliments liquides s'opère d'une façon différente: la plupart puisent l'eau dans leur bec inférieur, qui remplit l'office de cuiller, et la font pénétrer dans leur gosier en renversant la tête en arrière. D'autres animaux, le chien par exemple, boivent en puisant l'eau avec la langue qu'ils recourbent, façon d'ingérer les liquides qu'on nomme vulgairement *laper*.

Mastication. Les aliments solides introduits dans la bouche sont soumis à l'action des dents, qui les broient et les rendent plus facilement attaquables par les sucs digestifs. L'expérience a démontré que la digestion des aliments en gros fragments est plus lente que celle des matières bien divisées. Certaines substances, les haricots et les grains de raisin par exemple, ne sont même pas digérées du tout, lorsqu'elles n'ont pas été mâchées. Beaucoup de maladies de l'estomac ont pour origine, très-souvent méconnue, une mastication insuffisante résultant du mauvais état des dents. Un individu qui mâche mal finit toujours par mal digérer. La simple application d'un dentier ou, si les dents sont bonnes, le conseil de mâcher plus lentement, amène, dans des cas semblables, des guérisons qu'aucun médicament ne pourrait évidemment produire.

La mastication ne s'observe pas chez tous les animaux. Elle est inutile chez ceux qui se nourrissent d'aliments de digestion facile, mais élle est indispensable lorsque l'alimentation se compose de substances végétales à enveloppes résistantes, telles que les graines.

Les oiseaux granivores, il est vrai, n'ont pas de dents, mais, en échange, ils possèdent un estomac musculeux nommé *gésier*, dont les contractions énergiques broient les matières les plus résis-

tantes. Les noisettes qu'on fait avaler à des dindons sont immédiatement brisées dans leur estomac. Les oiseaux rendent le broiement de leurs aliments encore plus complet en avalant de petits

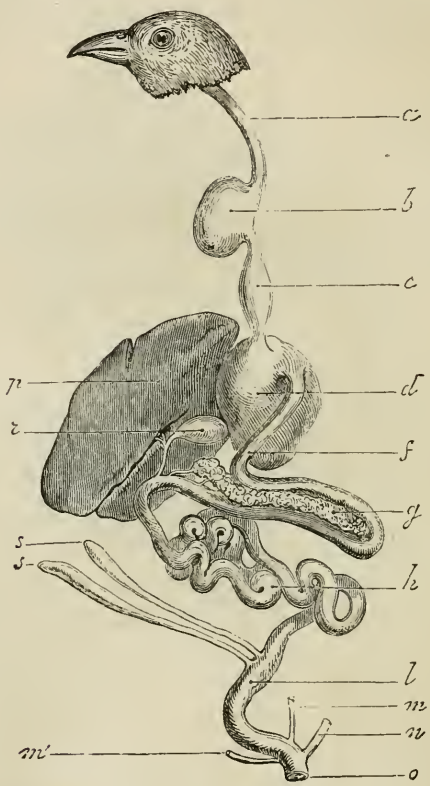


Fig. 48. — *Tube digestif des oiseaux granivores* *.

graviers qui, comprimés avec les graines dans le gésier, agissent sur elles comme une meule.

Chez l'homme et chez les animaux qui mâchent leurs aliments, la mastication se fait au moyen des dents, organes résistants im-

* *a*) Œsophage. — *b*) Premier estomac ou jabot dans lequel les aliments s'accumulent en dépôt. — *c*) Ventricule succenturié où se fait la sécrétion du suc gastrique. — *d*) Gésier, estomac garni d'une tunique musculaire très-épaisse, dont les contractions broient les aliments. — *f*) Intestin grêle. — *g*) Pancréas. — *h*) Continuation de l'intestin grêle. — *l*) Gros intestin. — *m*, *m'*) Uretères, canaux qui conduisent l'urine dans l'intestin. — *n*) Oviducte, canal qui conduit les œufs de l'ovaire dans l'intestin. — *o*) Cloaque, réservoir commun de l'urine et des matières fécales. — *p*) Foie. — *r*) Vésicule biliaire. — *s*, *s*) Cæcums.

plantés dans les alvéoles où, en raison de leur forme conique, ils ne peuvent s'enfoncer lorsque les mâchoires se rapprochent avec force.

La forme des dents varie suivant le régime des animaux, et en examinant les dents d'un animal, il est facile de dire de quels aliments il se nourrit. Pointues et recourbées chez les carnassiers, elles sont aplaties chez les herbivores.

La mâchoire supérieure est soudée au crâne et complétement

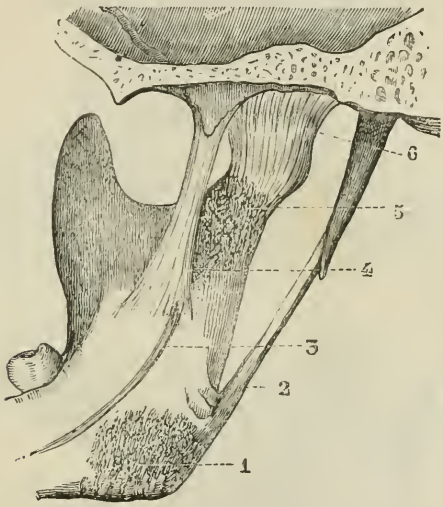


Fig. 49. — *Articulation de la mâchoire supérieure avec le temporal, vue par sa face interne* *.

immobile. La mâchoire inférieure est, au contraire, très-mobile. Pendant la mastication, l'extrémité convexe par laquelle elle s'articule avec l'os temporal sort de la cavité où elle se trouve pendant le repos et se porte en avant, ainsi qu'on peut le sentir facilement en plaçant le doigt au devant de l'ouverture de l'oreille.

*) 1) Lieu d'insertion du ptérygoïdien interne. — 2) Ligament stylo-maxillaire étendu de l'apophyse styloïde à l'angle de la mâchoire. — 3) Gouttière mylo-hyoïdienne où s'insère le muscle mylo-hyoïdien. — 4) Ligament latéral interne qui s'insère à l'épine du sphénoïde et à l'orifice du canal dentaire. — 5) Lieu d'insertion du ptérygoïdien externe. — 6) Ligament latéral externe s'insérant au condyle de la mâchoire et au tubercule externe de l'apophyse zygomatique.

Les mouvements de la mâchoire s'exécutent au moyen de mus-

Fig. 50. — *Mâchoires pendant la mastication* *.

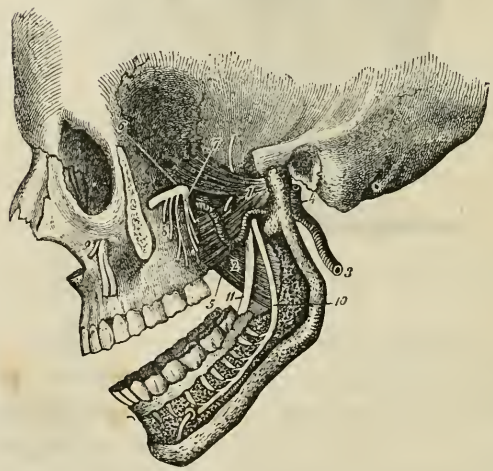


Fig. 51. — *Région temporale.* **
(L'arcade zygomatique a été enlevée pour laisser voir les organes placés derrière elle.)

* 1) Os frontal. — 2) Os pariétal. — 3) Os occipital. — 4) Os temporal. — 5) Articulation de la mâchoire. — 6) Ligament latéral externe de cette articulation. — 7) Apophyse coronoïde de la mâchoire inférieure. — 8) Muscle temporal.

** 1) Muscle ptérygoïdien externe. — 2) Ptérygoïdien interne. — 3) Carotide externe. — 4) Artère temporale superficielle. — 5) Artère maxillaire interne. — 6) Nerf maxillaire supérieur. — 7) Nerfs palatins. — 8) Nerfs dentaires postérieurs. — 9) Nerf sous-orbitaire et nerf dentaire antérieur. — 10) Nerf dentaire inférieur. — 11) Nerf lingual.

cles abaisseurs * et de muscles élévateurs**. Les premiers n'ayant

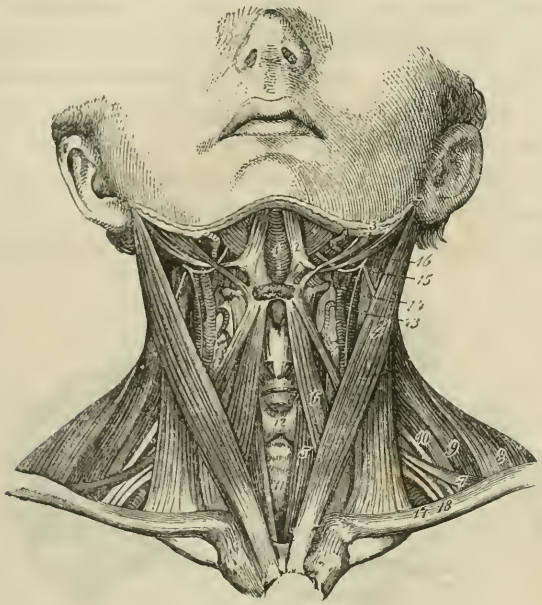


Fig. 52. — *Région antérieure du cou* *.
(La tête a été rejetée en arrière, de façon à laisser voir les muscles abaisseurs de la mâchoire qui se trouvent sous le menton.)

* Les muscles abaisseurs sont : le *géni-hyoïdien*, qui s'insère derrière le menton aux apophyses géni et à l'os hyoïde; le *mylo-hyoïdien*, qui s'insère derrière le menton à la ligne mylo-hyoïdienne et à l'os hyoïde; le *ptérygoïdien* externe, qui s'insère à l'apophyse ptérygoïde, à la face latérale du sphénoïde et au condyle du maxillaire inférieur; et le *digastrique*, qui s'insère à l'apophyse mastoïde et à la face postérieure du menton; il est séparé en deux portions par un tendon qui va s'insérer à l'os hyoïde.

** Les muscles élévateurs de la mâchoire sont: le *masseter*, qui s'insère en haut au bord inférieur de l'os de la pommette et à la face interne de l'apophyse zygomatique, en bas à la face externe du maxillaire inférieur; le *temporal*, qui s'insère dans toute l'étendue de la fosse temporale et sur l'apophyse coronoïde du maxillaire inférieur; le *ptérygoïdien interne*, qui s'insère dans la fosse ptérygoïde et à la partie interne de l'angle de la mâchoire. Les deux premiers élèvent la mâchoire; le dernier sert, avec le ptérygoïdien externe, à lui communiquer les mouvements de latéralité qui produisent la trituration.

* 1) Mylo-hyoïdien. — 2) Digastrique. — 3) Stylo-hyoïdien. — 4) Sterno-mastoïdien. — 5) Sterno-thyroïdien. — 6) Sterno-hyoïdien. — 7) Omo-hyoïdien. — 8) Trapèze. — 9) Angulaire de l'omoplate. — 10) Scalène. — 11) Trachée. — 12) Corps thyroïde. — 13 et 14) Artère carotide. — 15) Nerf spinal. — 16) Nerf hypoglosse. — 17 et 18) Clavicule.

pas de résistance à vaincre, puisque leurs fonctions se bornent à abaisser la mâchoire qui a déjà une tendance naturelle à ce mouvement, sont peu puissants. Les seconds devant surmonter, au contraire, des résistances considérables, puisqu'ils servent à broyer les aliments, sont volumineux et possèdent une force très-grande.

Il n'existe qu'un petit nombre d'animaux, les reptiles par exemple, chez lesquels les deux mâchoires soient mobiles. Il en résulte que leur bouche peut se dilater considérablement, ce qui leur permet de saisir très-facilement leur proie. Chez quelques-uns, cer-

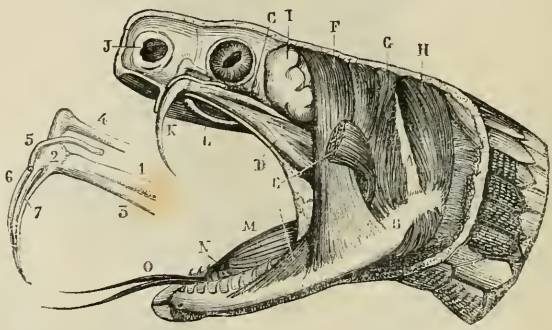


Fig. 53. — *Mâchoire d'un reptile* (la vipère) *.

taines dents sont percées d'un canal dans lequel s'écoule un liquide vénéneux fourni par une glande placée de chaque côté de la tête sous le muscle temporal. C'est avec ce liquide que l'animal tue sa victime avant de la dévorer.

Déglutition. Les aliments convenablement réduits en pâte par la mastication sont d'abord placés par les mouvements des diverses parties de la bouche sur le dos de la langue, qui les comprime contre la voûte palatine et les force de se diriger vers l'entrée du gosier. Pendant cette opération, le voile du palais est tendu par les muscles

* A. Os tympanal. — B. Mâchoire inférieure. — C. Os ptérygoïdien. — D. Muscle ptérygoïdien interne. — E. Muscle ptérygoïdien externe. — F. Muscle temporal antérieur. — G. Muscle temporal postérieur. — H. Muscle abaisseur de la mâchoire inférieure. — I. Glande lacrymale (la glande à venin située au-dessous a été enlevée). — J. Narine. — K. Dent venimeuse ou crochet (elle est couchée pendant le repos). — L. Dents de remplacement. — M. Langue. — N. Son ouverture laryngée. — O. Sa bifurcation.

1) Os ptérygoïdien. — 2) Os maxillaire. — 3) Tendon du ptérygoïdien interne. — 4) Tendon du ptérygoïdien externe s'insérant, comme le précédent, sur l'os maxillaire; en se contractant, il relève le crochet. — 5) Canal excréteur de la glande à venin. — 6 et 7) Conduits de la dent à venin.

auxquels il s'attache, afin d'offrir à la masse alimentaire un plan résistant. Ces mouvements constituent le premier temps de la déglutition ou action d'avaler, le seul soumis à l'empire de la volonté. Chez les individus atteints de paralysie de la langue et chez ceux dont la voûte palatine est perforée, il s'exécute très-imparfaite-

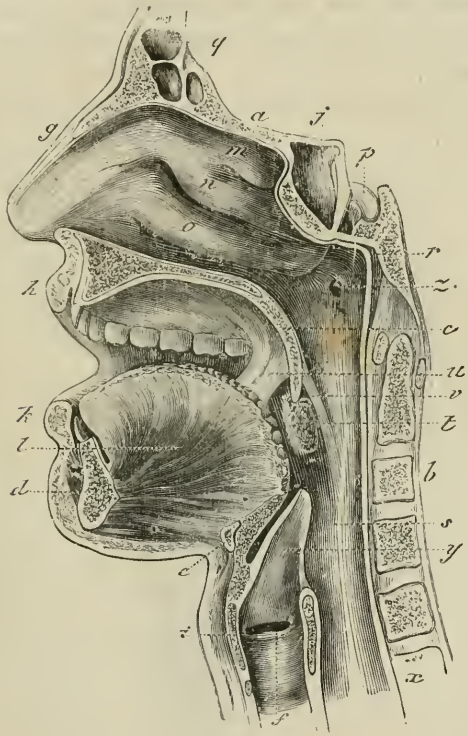


Fig. 54. — *Coupe verticale de la bouche d'avant en arrière*.*

ment. Chez les premiers, en effet, le bol alimentaire n'arrive que difficilement à l'entrée du gosier; chez les seconds, il passe en par-

* *a*) Voûte des fosses nasales. — *b*) Vertèbres cervicales. — *c*) Voile du palais. — *d*) Section de la mâchoire inférieure, sur laquelle on voit s'insérer le muscle génio-glosse. — *e*) Section de l'os hyoïde. — *f*) Coupe du larynx. — *g*) Nez. — *h*) Lèvre supérieure. — *i*) Coupe du cartilage thyroïde ou pomme d'Adam. — *j*) Sinus sphénoïdal. — *k*) Lèvre inférieure. — *l*) Muscle génio-glosse formant une grande partie de la langue. — *m, n, o*) Cornets de la fosse nasale droite. — *p*) Artère vertébrale. — *q*) Sinus frontaux. — *r, s*) Pharynx. — *t*) Amygdale droite entre les piliers antérieur *u* et postérieur *v* de ce côté du voile du palais; au-dessus de l'amygdale on voit la luette. — *x*) Vertebres cervicales. — *y*) Épiglotte redressée contre la base de la langue; elle couvre l'orifice supérieur du larynx pendant la déglutition. — *z*) Orifice de la trompe d'Eustache.

tie par les fosses nasales. Les individus atteints de perforation palatine ne peuvent manger qu'en fermant cette ouverture au moyen d'un obturateur.

Arrivé à l'entrée du gosier, le bol alimentaire comprimé par la base de la langue et par les muscles du plan inférieur de la bouche pénètre dans le pharynx, qui se soulève pour venir au devant de lui. Quand le pharynx retombe ensuite, les aliments se trouvent dans l'œsophage.

On peut facilement constater le mouvement d'élévation du pha-

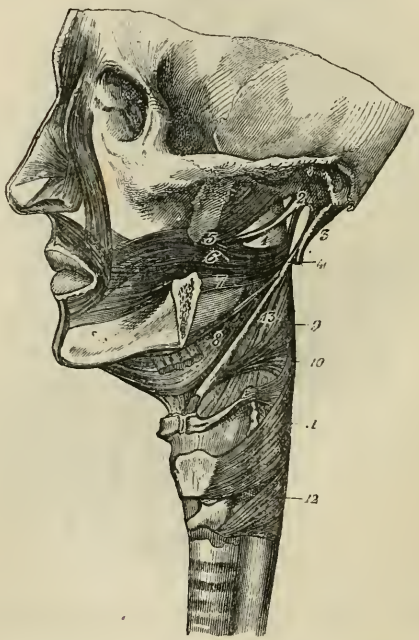


Fig. 55. — *Muscles constricteurs et élévateurs du pharynx**.

rynx en plaçant le doigt sur le bord saillant du cartilage thyroïde (pomme d'Adam), pendant que l'on avale les aliments. Cet organe, étant soudé au pharynx, le suit dans ses mouvements.

* 1) Partie supérieure du pharynx. — 2) Rocher. — 3) Apophyse styloïde. — 4) Ligament stylo-hyoïdien. — 5 à 8) Constricteur supérieur. — 9 et 10) Constricteur moyen. — 11 et 12) Constricteur inférieur. — 13) Stylo-pharyngien.

La salive joue un rôle très-utile dans la déglutition, en facilitant le passage des aliments; lorsque cette sécrétion est supprimée, les animaux ne peuvent plus avaler.

En traversant le pharynx, les aliments pourraient pénétrer dans les fosses nasales ou dans le larynx, si l'orifice de ces cavités n'était pas exactement fermé. L'occlusion de l'ouverture des fosses nasales est opérée par le voile du palais, qui se tend horizontalement devant elle, sans cependant s'y appliquer comme le croyait Bichat. Celle du larynx est produite par le rapprochement des lèvres de la glotte et surtout par l'épiglotte, qui, repoussée contre la base de la langue par le soulèvement du pharynx, bascule et s'abaisse sur l'ouverture du larynx, qu'elle ferme comme le ferait une soupape.

Lorsqu'on fait une inspiration en avalant, l'épiglotte se relève, et quelques parcelles d'aliments arrivent au contact du larynx, d'où elles sont expulsées par des efforts violents de toux. L'expression *avaler de travers*, employée vulgairement pour désigner ce phénomène, est, comme on le voit, parfaitement justifiée. Les individus privés d'épiglotte par une blessure ne peuvent que très-difficilement avaler.

Arrivés dans l'œsophage, les aliments sont entraînés par la contraction des fibres de ce canal et le parcourent lentement. Les fibres longitudinales raccourcissent sa longueur et le portent au devant de la masse alimentaire; les fibres circulaires rétrécissent son diamètre et repoussent les aliments de haut en bas.

La pesanteur ne joue dans la marche des aliments qu'un rôle très-accessoire. Un grand nombre d'animaux, les herbivores notamment, ont la tête au-dessous du niveau de l'estomac lorsqu'ils mangent, et on voit fréquemment des bateleurs avaler les aliments en se mettant la tête en bas.

Séjour des aliments dans l'estomac. Pendant que les aliments arrivent dans l'estomac, l'ouverture inférieure de ce dernier est fermée par la contraction de l'anneau musculaire qui l'entoure, de sorte que les matières alimentaires ne peuvent pénétrer dans l'intestin. Quand le repas est terminé, l'orifice supérieur de l'es-

tomac se ferme également. De cette façon, les aliments se trouvent emprisonnés dans cet organe et ne peuvent en être chassés par la pression du diaphragme et des muscles abdominaux. L'estomac d'un animal peut être énergiquement comprimé après le repas sans laisser échapper son contenu.

Le séjour des aliments dans l'estomac n'est nécessaire que pour les substances solides. Les liquides, qui n'ont pas besoin d'être digérés, ne font que le traverser. On trouve de l'eau dans le gros intestin d'un cheval, cinq minutes après son ingestion.

Pendant que les matières alimentaires se trouvent dans l'estomac, cet organe éprouve une série de contractions qui leur impriment un mouvement de rotation continuel et mettent toutes les parties de leur masse en contact avec le suc gastrique. Lorsque ces

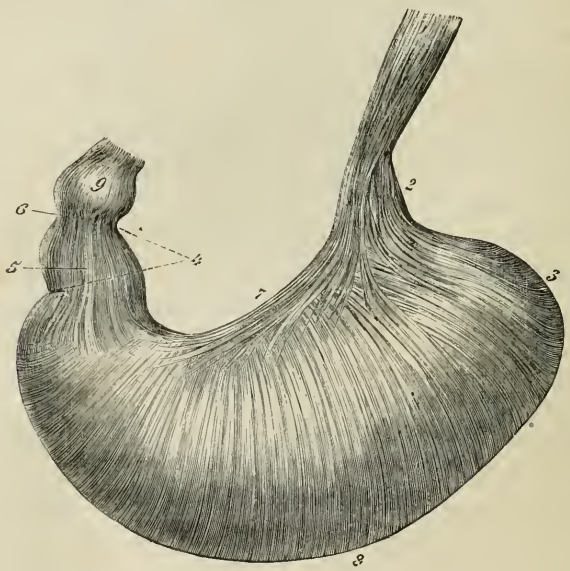


Fig. 56. — *Estomac de l'homme* *.

contractions n'ont pas lieu, ce qui arrive quand on paralyse l'estomac par la section des nerfs pneumo-gastriques, la masse alimen-

* 1) Œsophage. — 2) Cardia. — 3) Grosse tubérosité. — 4, 5, 6) Pylore. — 7) Petite courbure. — 8) Grande courbure. — 9) Partie se continuant avec le duodénum.

taire ne se trouve plus mélangée au suc digestif, et sa partie superficielle est seule attaquée.

Les mouvements de l'estomac s'opèrent sous l'action des fibres musculaires de cet organe; ils ne se produisent pas sur tous ses points en même temps, mais de place en place; la masse alimentaire se trouve de cette façon promenée sur toutes les parties du réservoir qui la contient.

On peut facilement constater l'existence des contractions de l'estomac, en ouvrant ce dernier; chez un animal auquel on a fait boire du lait un quart d'heure auparavant, on trouve sur le liquide coagulé les sillons produits par l'impression des fibres musculaires.

Sous l'influence de causes diverses, telles qu'une accumulation trop considérable de matières alimentaires, la présence de substances toxiques etc., l'estomac rejette son contenu au dehors par la bouche. Ce phénomène a reçu le nom de *vomissement*. Il est produit, non pas par la contraction des muscles de l'estomac, qui seraient trop faibles pour cela, mais par celle des muscles abdominaux et du diaphragme, qui agissent en diminuant le volume de la cavité abdominale et en comprimant la poche stomacale; c'est par celle de ses extrémités qui est la moins résistante, c'est-à-dire par son extrémité supérieure, que les aliments sont expulsés.

Une expérience ingénieuse de Magendie prouve que c'est bien la contraction des muscles abdominaux et du diaphragme qui produit le vomissement. Ce physiologiste enlevait l'estomac à un chien et le remplaçait par une vessie de cochon pleine d'eau dont l'orifice communiquait avec le bout inférieur de l'œsophage. En injectant ensuite de l'émétique dans les veines, après avoir refermé les parois de l'abdomen avec une suture, il voyait cet estomac artificiel se vider presque complétement sous l'influence des efforts de vomissement.

Pendant les mouvements de vomissement, le voile du palais se lève devant l'orifice postérieur des fosses nasales et empêche les matières expulsées de pénétrer dans le nez. Quelquefois, cependant, le vomissement est tellement brusque, que le voile du palais

n'est pas encore relevé et les matières alimentaires sortent en même temps par le nez et la bouche.

Pour que les causes qui provoquent le vomissement puissent le produire, il faut qu'elles agissent d'abord sur le système nerveux. L'introduction de l'émétique dans l'estomac ne détermine le vomissement que lorsque cette substance pénètre dans le sang et se trouve en relation avec les nerfs.

Chez certains animaux, le cheval par exemple, le vomissement est presque impossible parce que les fibres musculaires de l'estomac s'enroulent autour de l'œsophage et, en se contractant, ferment l'orifice inférieur de ce conduit. Chez eux, les indigestions sont fort dangereuses. Le docteur Auzoux rapporte que, dans la campa-

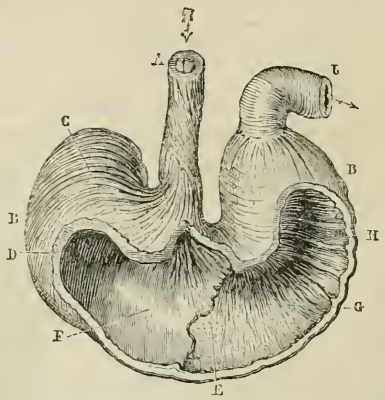


Fig. 57. — *Estomac du cheval* *.

gne de 1812, des quatre-vingt mille chevaux qui passèrent le Niemen avec l'armée française, plus de la moitié moururent en quelques jours pour s'être nourris avec excès de blés verts et d'autres fourrages sur pied. Ces aliments introduits dans l'estomac en trop grande quantité ne purent être convertis en chyme et, ne pouvant ni passer dans l'intestin ni être expulsés au dehors, déterminèrent la mort. Si l'on avait donné à ces animaux les fourrages verts par petites portions, ils auraient pu facilement les digérer.

* A. Œsophage autour duquel s'enroulent des fibres musculaires. — B, C. Fibres musculaires. — D) Coupe des parois. — E, F, G, H. Intérieur de l'estomac. — J. Intestin.

Le vomissement constitue une fonction régulière chez un certain nombre d'animaux. Beaucoup d'oiseaux, après avoir absorbé leur nourriture, la vomissent au bout de quelques instants, pour la donner, à demi digérée, à leurs petits. Les abeilles agissent de même pour nourrir leurs larves.

La rumination, qu'on observe chez divers herbivores, tels que le bœuf, le mouton, la chèvre, le chameau, est un phénomène très-analogue au vomissement. Ces animaux possèdent plusieurs estomacs communiquant entre eux. Le premier est un vaste réservoir dans lequel s'accumulent les aliments à peine mâchés. Quand il est suffisamment plein, ses contractions font remonter par portions la masse alimentaire dans la bouche, où elle est soumise à une nouvelle mastication, après laquelle elle redescend dans le tube digestif pour subir l'action du suc gastrique.

Les matières expulsées par l'estomac ne sont pas toujours solides et liquides: ce sont souvent des gaz accumulés dans cet organe. Leur émission a reçu le nom d'*éructation*. C'est un vomissement gazeux produit, comme le vomissement ordinaire, par les contractions des muscles abdominaux et du diaphragme. Au moment de leur expulsion, ces gaz déterminent un bruit spécial résultant des vibrations de l'ouverture supérieure de l'œsophage sous l'influence de leur passage.

Séjour des aliments dans l'intestin. Lorsque les aliments sont réduits en bouillie dans l'estomac, ils franchissent le détroit pylorique, qui ne s'oppose qu'à la sortie des aliments solides. Ce passage n'a lieu que graduellement, à mesure que les substances sont transformées en pâte. Les liquides seuls, ainsi que nous l'avons dit plus haut, traversent l'estomac sans y séjourner.

Les aliments cheminent dans l'intestin sous l'influence des contractions des fibres musculaires de cet organe*. Ces contractions se

* Les fibres longitudinales raccourcissent la portion d'intestin dans laquelle va s'engager la masse alimentaire et la portent devant elle. Les fibres circulaires placées derrière le bol alimentaire le poussent en avant en rétrécissant le diamètre du tube intestinal. Ce double mouvement se propage sur toute la longueur de l'intestin, qui se trouve sans cesse alternativement resserré dans un point et dilaté dans un autre.

produisent régulièrement et lentement, de façon à laisser aux fluides digestifs le temps d'agir sur les aliments et aux villosités celui d'absorber les principes assimilables. Quand, sous l'influence d'une

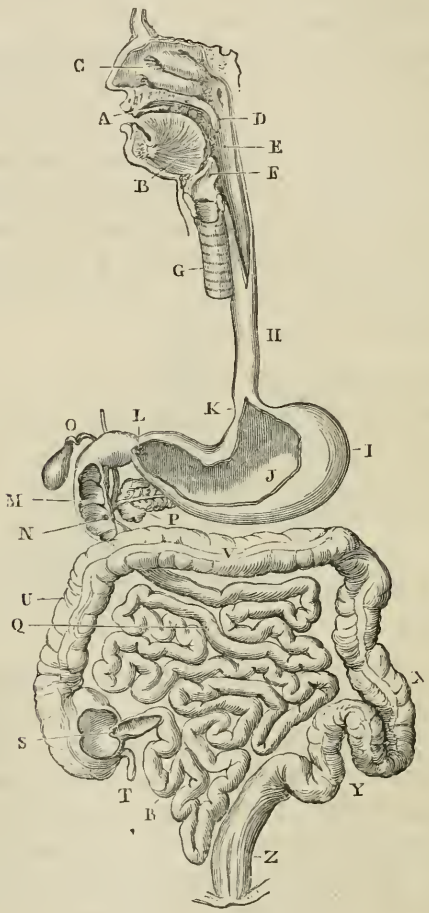


Fig. 58. — *Tube digestif**.

* A. Bouche. — B. Langue. — C. Fosses nasales. — D. Voile du palais. — E. Pharynx. — F. Épiglotte. — G. Trachée artère. — H. Œsophage. — I. Estomac. — J. Cavité de l'estomac. — K. Ouverture de l'œsophage dans l'estomac. — L. Ouverture pylorique de l'estomac. — M. Duodénum. — N. Ouverture du canal qui conduit la bile à l'intestin. — O. Vésicule biliaire — P. Pancréas. — Q, R. Circonvolutions de l'intestin grêle. — S. Cæcum. — T. Appendice cæcal. — U, V, X, Y. Gros intestin : U est le colon ascendant, V le colon transverse, X le colon descendant, Y l'*S* iliaque. — Z. Rectum.

excitation trop vive, ces mouvements se produisent avec une rapidité anomale, les fonctions de l'intestin sont troublées et son contenu est rendu sans être digéré. C'est là un des effets bien connus de la peur et des émotions morales chez les sujets impressionnables.

Dans le trajet à travers l'intestin grêle, les aliments se dépouillent presque complétement de leurs diverses parties assimilables. Ils pénètrent ensuite dans le gros intestin, séparé du précédent, ainsi que nous l'avons vu, par la valvule de Bauhin, disposée de façon à permettre l'introduction de la masse alimentaire, mais à en empêcher le retour. Ils le parcourent lentement et s'accumulent dans sa portion inférieure, c'est-à-dire dans le rectum.

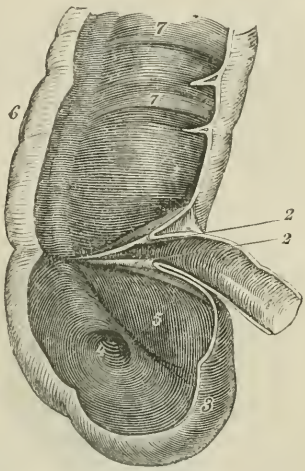


Fig. 59. — *Embouchure de l'intestin grêle dans le gros intestin* *.

Les mouvements du tube digestif sont complétement indépendants de la volonté. Ils sont placés sous l'influence du nerf grand sympathique. Dans les maladies du cerveau et de la moelle épinière, l'intestin est plus ou moins paralysé, et il en résulte des constipations très-opiniâtres.

Expulsion du résidu des aliments au dehors. Lorsque le résidu de la digestion est accumulé en une certaine quantité dans la partie inférieure du rectum, le besoin de le rejeter au dehors se fait sentir; son expulsion a reçu le nom de *défécation*.

Le mécanisme de la défécation est le même que celui du vomissement; elle se produit sous l'influence des contractions des muscles abdominaux et du diaphragme et est favorisée par la contraction des fibres musculaires du rectum.

Pendant la défécation, tous les organes situés dans l'abdomen

* 1) Intestin grêle. — 2, 2) Valvule de Bauhin ou iléo-cæcale, dite *barrière des apothicaires*. — 3) Cæcum. — 4) Orifice de l'appendice cæcal. — 5) Plis de la muqueuse au bord de cette embouchure. — 6) Gros intestin (colon ascendant). — 7, 7) Replis de la muqueuse intestinale.

sont comprimés et tendent à laisser échapper leur contenu ; mais la contraction de l'orifice cardiaque de l'estomac empêche les aliments de remonter vers la bouche et celle du sphincter de la vessie s'oppose à l'émission de l'urine. Ce liquide n'est, en effet, chassé hors de son réservoir, pendant les selles, que lorsque les efforts de défécation sont très-violents.

Pendant l'expulsion du résidu de la digestion, l'anus tend à être repoussé au dehors, mais il est retenu par un muscle puissant, le *releveur de l'anus* dont les fibres insérées au pourtour du bassin le relèvent en se contractant.

La sortie des matières fécales est dépendante de la volonté ;

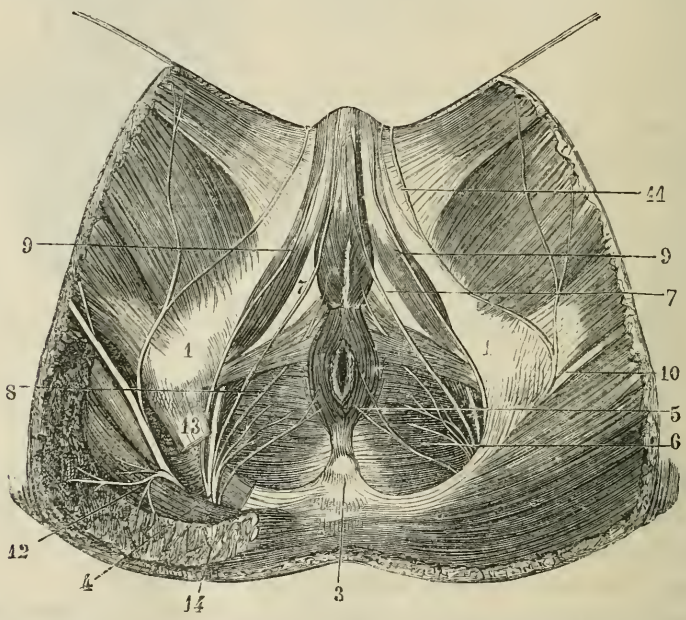


Fig. 60. — *Région du périnée chez l'homme, préparée de façon à montrer le sphincter et le releveur de l'anus* *.

dans l'intervalle des garde-robes, elles sont retenues par la contraction des sphincters, muscles épais qui entourent la partie infé-

1, 1) Ischion — 3) Coccyx; on voit en avant l'anus entouré de son sphincter. — 4) Nerf honteux interne. — 5) Sphincter de l'anus. — 6) Muscle releveur de l'anus. — 7) Nerf périnéal. — 8) Branche du nerf honteux interne. — 9, 9) Muscle ischio-caverneux. — 10) Nerf petit sciatique. — 11) Insertion du droit interne. — 12) Rameaux du nerf petit sciatique. — 13) Coupe du ligament sacro-sciatique. — 14) Coupe du grand fessier.

rieure du rectum comme un anneau et en ferment complétement l'orifice.

Quand le besoin d'aller à la selle n'est pas très-impérieux, on peut y résister par les contractions des sphincters ; mais leur puissance a des limites au delà desquelles la contraction de l'intestin l'emporte et détermine l'expulsion des matières fécales malgré la volonté.

Après la cessation de la vie, les muscles ne se contractent plus, les sphincters se relâchent et laissent échapper le contenu de l'intestin. Cette évacuation constitue un des signes les plus certains de la mort.

Les gaz qui se forment dans le tube digestif (azote, hydrogène, acide carbonique, hydrogène proto-carboné, hydrogène sulfuré) sont rejetés au dehors par un mécanisme analogue à celui que nous venons de décrire. Ils jouent dans la digestion un rôle fort utile, en maintenant béantes les cavités du tube digestif, que les matières alimentaires parcourent alors sans difficulté. Ils adoucissent, en outre, la pression des muscles abdominaux sur les intestins et amortissent par leur élasticité les ébranlements de la course et du saut.

Lorsque ces gaz sont accumulés en grande quantité dans l'intestin sans pouvoir être expulsés, le ventre enfle démesurément et les mouvements du diaphragme peuvent être gênés au point de produire l'asphyxie. On est alors obligé de ponctionner l'intestin pour leur donner issue. Cette opération, faite avec un trocart capillaire, est peu dangereuse, même chez l'homme.

Le ballonnement du ventre sous l'influence d'un développement de gaz considérable s'observe fréquemment chez les vaches qui ont mangé beaucoup de fourrages verts. Quand les gaz qui se forment sont constitués par de l'acide carbonique, on peut les saturer en faisant prendre à l'animal une solution étendue d'ammoniaque. Mais quand ils sont d'une autre nature, ce qu'on reconnaît à l'inefficacité de l'ammoniaque, on est obligé de recourir à la ponction.

§ 3.

TRANSFORMATION DES ALIMENTS DANS LE TUBE DIGESTIF.

En traversant le tube digestif, les aliments y rencontrent divers liquides, *salive*, *suc gastrique*, *bile*, *suc pancréatique* et *suc intestinal*, qui les dissolvent et les rendent assimilables. Nous allons examiner successivement chacun de ces liquides et faire connaître les modifications qu'ils font subir aux substances alimentaires.

Action de la salive sur les aliments. La salive est sécrétée par les glandes salivaires. Elle sert à imbiber les aliments pour faciliter la déglutition et exerce aussi sur eux une action chimique.

L'intensité de la sécrétion salivaire varie avec la nature des aliments. Dans l'intervalle des repas, elle est peu abondante.

Les diverses glandes salivaires ne fournissent pas la même salive. Celle qui provient des glandes parotides est très-liquide. Celle que sécrètent les glandes sous-maxillaires et sublinguales est, au contraire, très-visqueuse. Le liquide qui existe dans la bouche résulte de leur mélange.

Les glandes salivaires entrent en fonction sous l'influence du système nerveux. La vue de certains aliments provoque souvent une sécrétion abondante de salive, phénomène qu'on désigne vulgairement en disant que l'eau vient à la bouche.

Considérée au point de vue de sa composition chimique, la salive est un liquide habituellement alcalin, formé d'eau tenant en dissolution des substances minérales (carbonates, chlorures, phosphates, sulfocyanure de potassium etc.) et une matière organique spéciale, la *ptyaline*, à laquelle elle doit ses propriétés. Cette dernière substance est un corps coagulable comme l'albumine; elle paraît très-analogue à la diastase et, comme elle, peut convertir la fécule en glycose. En mâchant du pain pendant quelques minutes et le crachant sur un filtre, on constate, par les réactifs ordinaires, la présence du glycose dans le liquide filtré. L'action saccharifiante de la salive sur les aliments féculents se continue dans l'estomac, ainsi qu'on a pu l'observer sur des individus atteints de fistule gastrique.

Les substances féculentes sont les seules qui soient attaquées par la salive. Les corps gras et les substances azotées ne le sont pas. Dès lors on pourrait croire que chez les animaux qui ne mangent pas d'aliments féculents, les carnassiers par exemple, la salive est inutile; mais il ne faut pas perdre de vue que ce liquide, outre son action chimique, exerce une action mécanique, qui consiste à faciliter la déglutition.

Les sels dissous dans la salive se déposent quelquefois autour des dents, où ils constituent le *tartre dentaire*. Cette substance est principalement composée de phosphate de chaux, de carbonate de chaux et de mucus; en s'interposant entre les dents et les gencives, elle les déchausse et les ébranle.

Mélangée de mucus buccal et de débris d'aliments, la salive forme des dépôts finement granuleux qui s'attachent sur les dents après les repas. Si leur séjour dans la cavité buccale est trop prolongé, les parcelles alimentaires se décomposent et donnent naissance à des acides qui attaquent les dents et finissent par en déterminer la carie. En même temps apparaissent dans la bouche divers parasites, vibrions, leptothrix etc., qui paraissent jouer un rôle dans la production de cette affection. Le nettoyage journalier des dents, considéré par beaucoup de personnes comme une opération de luxe, est, au contraire, absolument nécessaire pour assurer la conservation de ces précieux organes.

Action du suc gastrique sur les aliments. Pendant leur séjour dans l'estomac, les aliments sont soumis à l'action d'un liquide auquel on a donné le nom de *suc gastrique*. Il est sécrété par des glandes en tube contenues dans l'épaisseur de la muqueuse de l'estomac. Leur nombre dépasse plusieurs millions; elles sont mélangées d'autres glandes destinées à sécréter un mucus qui lubrifie les parois de l'organe.

Des expériences faites sur des animaux à l'estomac desquels on avait pratiqué une fistule ont prouvé que la sécrétion du suc gastrique ne commence que lorsque les aliments arrivent dans l'estomac. La muqueuse stomacale, qui est pâle dans l'intervalle des repas, rougit aussitôt que la masse alimentaire arrive au contact

de ses parois, se gonfle, et le suc gastrique apparaît à sa surface sous forme de petites gouttelettes transparentes.

Fig. 61. — *Glandes de l'estomac* (grossies 300 fois) *.

L'aliment est donc l'excitant normal de la sécrétion gastrique ; mais cette action ne lui est pas spéciale, car la présence de tout corps étranger dans l'estomac suffit pour la produire.

Diverses substances, telles que l'alcool à petite dose, les liquides aromatiques, la glace en faible quantité, le poivre en poudre, le café noir, les boissons alcalines, augmentent la sécrétion du suc gas-

* 1) Couche cellulo-fibreuse de l'estomac. — 2, 2) Fibres contractiles montant entre les tubes des glandes — 3, 3) Tissu interstitiel. — 4) Cellules ressemblant à des globules lymphatiques disséminées dans le tissu précédent. — 5, 5, 5) Glandes de l'estomac ou follicules gastriques vides. — 6, 6, 6) Mêmes glandes contenant des cellules à pepsine.

trique et, par suite, facilitent la digestion. D'autres, telles que les fruits, les liquides acides, la glace en abondance, la ralentissent.

La sécrétion du suc gastrique paraît être très-abondante; dans des observations faites sur une femme atteinte d'une fistule gastrique, Schmidt l'a évaluée à 500 grammes par heure pendant que l'estomac fonctionnait.

Le suc gastrique, lorsqu'il est pur, se présente sous la forme d'un liquide limpide, incolore, à réaction légèrement acide. Il contient 90 °/₀ d'eau, des sels divers (phosphates, chlorures etc.), une substance particulière à laquelle on a donné le nom de *pepsine* et un acide qu'on croyait être autrefois l'acide chlorhydrique, mais qui paraît être en réalité l'acide lactique. Chauffé jusqu'à l'ébullition, il perd complétement ses facultés digestives. Exposé à une température inférieure à 0°, il les perd également, mais les reprend quand on le ramène à 38°; à l'air libre, il se conserve fort longtemps sans altération.

La *pepsine** est le véritable principe actif du suc gastrique: c'est une substance azotée dont la composition n'est pas encore bien connue. Elle est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, et perd son pouvoir digestif quand on la chauffe à 70° environ. Après dessiccation, elle se présente sous la forme d'une poudre grisâtre. Dissoute dans de l'eau additionnée de 1 à 2 millièmes d'un acide quelconque, l'acide chlorhydrique par exemple, et maintenue à la température de 40° environ, elle possède le pouvoir de digérer les matières azotées (viande, blanc d'œuf etc.), absolument comme le suc gastrique lui-même. Cette digestion artificielle est tout à fait analogue à celle qui s'opère dans l'intérieur de l'estomac. Aussi administre-t-on avec succès de la pepsine aux individus dont les digestions

* On peut préparer facilement de la pepsine, suffisamment pure pour les expériences physiologiques et les usages médicaux, en grattant avec un couteau de bois la surface interne de l'estomac d'un cochon, préalablement lavé à grande eau. Le liquide qui s'écoule des glandes est recueilli dans des capsules de verre et desséché au bain-marie. Deux à trois décigrammes de pepsine ajoutés à un litre d'eau acidulée avec quelques millièmes d'acide chlorhydrique suffisent pour constituer un mélange doué de propriétés digestives énergiques. Si l'on voulait seulement obtenir une solution de pepsine, il suffirait de faire macérer pendant vingt-quatre heures dans de l'eau acidulée le quatrième estomac d'un veau (caillette).

se font mal, par suite d'une sécrétion insuffisante du suc gastrique.

La composition du suc gastrique paraît être la même chez tous les animaux, quelle que soit leur alimentation ; seulement la proportion de ses éléments constituants varie.

Le suc gastrique et les solutions acidifiées de pepsine sont sans influence sur les corps gras et la fécule; elles n'agissent que sur le sucre, qu'elles transforment en glycose *, et sur les substances albuminoïdes, qu'elles ramollissent, suivant certains physiologistes, et dissolvent complétement, suivant d'autres, en les transformant en une matière coagulable analogue à l'albumine, nommée *albuminose* ou *peptone*. La pâte demi-liquide résultant du mélange des aliments dissous par le suc gastrique avec ceux qui ont échappé à son action est habituellement désignée sous le nom de *chyme*.

Chez les animaux qui se nourrissent exclusivement de chair, dont le suc gastrique est l'agent digestif, les aliments séjournent très-longtemps dans l'estomac et peu de temps dans l'intestin, qui, du reste, est très-court. On retrouve encore de la viande dans l'estomac du chien, six à huit heures après son ingestion. Chez les herbivores, au contraire, dont la nourriture contient de fortes proportions de substances amylacées qui échappent à l'action du suc gastrique, les aliments séjournent très-peu dans l'estomac, mais restent, au contraire, fort longtemps dans l'intestin, dont la longueur est considérable. Les animaux dont l'alimentation est mixte, tels que l'homme, ont un intestin d'une longueur intermédiaire.

Le physiologiste Beaumont a fait sur un Canadien atteint d'une fistule qui permettait d'examiner l'intérieur de son estomac, des expériences ayant pour but de faire connaître le temps pendant lequel les divers aliments séjournent dans cet organe. Nous reproduisons une partie du tableau qu'il a publié, tout en faisant remarquer qu'il ne faut pas accepter comme absolues les indications

* La transformation du sucre en glycose n'est due qu'à l'acide que le suc gastrique contient. De l'eau ordinaire, additionnée d'acide chlorhydrique, produit le même effet, c'est précisément ce dernier liquide qu'on emploie pour transformer le sucre de canne en glycose dans les essais saccharimétriques.

qu'il mentionne. On ne peut, en effet, apprécier la digestibilité d'un aliment par le temps de son séjour dans l'estomac, attendu que les substances qui échappent à l'action du suc gastrique, les végétaux par exemple, le traversent assez rapidement, tandis que d'autres, sur lesquelles il n'agit pas davantage, telles que les corps gras, y séjournent longtemps et entravent la digestion. De plus, personne n'ignore qu'un aliment facilement digéré par un individu l'est souvent très-mal par un autre. Un simple examen des chiffres donnés par Beaumont prouve que le sujet qu'il observait digérait très-vite des aliments d'une digestion difficile pour beaucoup de personnes.

Tableau de la digestibilité des aliments, basée sur la durée de leur séjour dans l'estomac.

NOMS DES ALIMENTS.	Durée de leur séjour dans l'estomac.	NOMS DES ALIMENTS.	Durée de leur séjour dans l'estomac.
	h. m.		h. m.
Riz	1 —	Boudin aux pommes	3 —
Pieds de cochons marinés . .	1 —	Côtelette de porc grillée. . .	3 15
Truites et saumons frais frits.	1 30	Pain de froment cuit au four.	3 15
Cervelle bouillie	1 45	Carottes rouges bouillies . .	3 15
Lait bouilli	2 —	Saucisse fraîche grillée. . .	3 20
Œufs frais rôtis	2 15	Beurre fondu	3 30
Oie sauvage rôtie.	2 30	Fromage vieux et fort . . .	3 30
Agneau frais bouilli	2 30	Pain blanc frais cuit au four .	3 30
Navets bouillis.	2 30	Œufs frais cuits durs . . .	3 30
Pommes de terre frites . . .	2 30	Veau frais bouilli	4 —
Haricots en cosse bouillis. .	2 30	Canard rôti	4 —
Poulet fricassé	2 45	Porc salé bouilli	4 15
Bœuf bouilli.	2 45	Tendons bouillis	5 30
Porc salé cuit à l'étuvée . .	3 —	Graisse de bœuf fraîche . .	5 30

Le suc gastrique, qui attaque si énergiquement les tissus animaux est sans action sur les parois de l'estomac qui le contient. Il ne faudrait pas supposer cependant que cette résistance soit due à une propriété particulière à cet organe, car après la mort il est parfaitement attaqué par ce liquide, à la condition, bien entendu, que le corps soit maintenu à la température qu'il avait pendant la vie, c'est-à-dire à 37° environ. Si l'estomac des animaux vivants résiste à l'action du suc gastrique, c'est que la muqueuse qui le

tapisse est protégée par un épithélium sur lequel ce liquide est sans action. Pendant la vie, cette sorte d'épiderme se détruit et se renouvelle incessamment comme tous les tissus du même genre ; après la mort, il se détruit, mais ne se renouvelle plus, et les parois de l'estomac, se trouvant mises à nu, sont immédiatement attaquées.

Action de la bile sur les aliments. Nous avons vu dans un précédent chapitre que la bile sécrétée par le foie s'amasse dans

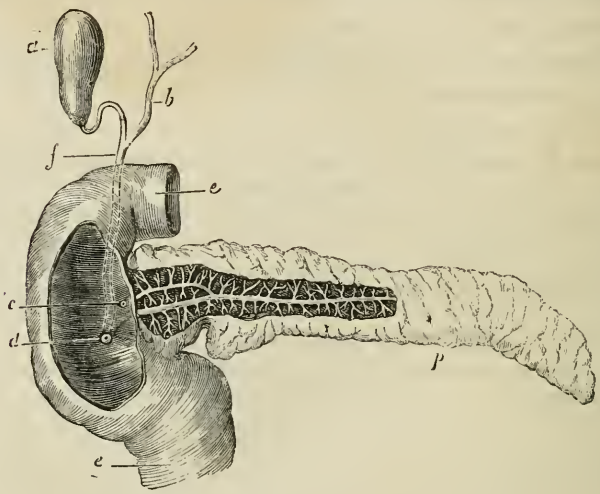


Fig. 62. — *Vésicule biliaire, canal cholédoque et pancréas* *.

la vésicule biliaire, d'où elle est expulsée pendant le travail de la digestion. La sécrétion de ce liquide est assez abondante. En se basant sur des expériences faites sur des animaux dont on recueillait la bile au moyen d'une fistule biliaire, on suppose que la quantité journellement sécrétée par l'homme dépasse un kilogramme.

La bile est un liquide alcalin, visqueux, verdâtre, d'une saveur très-amère et d'une odeur spéciale. Elle jouit de la propriété d'émulsionner les corps gras, ce qui la fait souvent employer pour nettoyer les étoffes.

* *a*) Vésicule biliaire. — *b*) Canal hépatique. — *c*) Ouverture dans l'intestin d'une branche libre du conduit pancréatique. — *d*) Ouverture dans l'intestin du canal cholédoque uni à l'autre branche du conduit pancréatique. — *e*, *e*) Duodénum. — *f*) Canal cholédoque. — *p*) Pancréas.

Au point de vue de sa composition chimique, la bile est constituée par de l'eau tenant en dissolution des sels (chlorure de sodium, phosphates etc.), une forte proportion (5 à 10 °/₀.) d'une combinaison d'un acide particulier avec la soude (*taurocholate ou choléate de soude*), une matière colorante verte, la *biliverdine**, et une matière grasse nommée *cholestérine***. Cette dernière substance paraît n'être, d'après les recherches récentes de Flint, qu'un produit de la désassimilation du cerveau et des nerfs, séparé du sang par le foie.

De même que la rétention de l'urée dans le sang est suivie d'accidents spéciaux, la rétention d'un excès de cholestérine dans ce liquide déterminerait, suivant cet auteur, des accidents particuliers (paralysie du cœur, stupeur etc.); on l'observerait dans diverses maladies, telles que l'ictère grave, la cirrhose etc.

Les différents principes qui constituent la bile n'existent pas tout formés dans le sang; la plupart prennent naissance dans le foie aux dépens du sang que lui fournissent la veine porte et l'artère hépatique. Moleschott a extirpé le foie à des grenouilles qui ont survécu plusieurs jours à cette opération et dans le sang desquelles on ne trouvait pas de trace de bile.

Le rôle de la bile dans la digestion n'est pas encore parfaitement connu. Plusieurs physiologistes pensent qu'elle sert à émulsionner les corps gras, c'est-à-dire à les diviser en particules infiniment petites, propres à être facilement absorbées.

D'autres admettent avec Claude Bernard que, mélangée au suc pancréatique, elle active la digestion des substances albuminoïdes commencée dans l'estomac. Elle paraît, de plus, empêcher la putréfaction des matières alimentaires.

La bile n'agit que sur les corps gras et azotés; elle est sans action sur les aliments féculents et sucrés.

* La biliverdine donne à la bile sa couleur; c'est elle qui, dans la jaunisse, se trouve en excès dans le sérum du sang et communique à la peau une teinte jaune caractéristique.

** La cholestérine et la biliverdine forment habituellement la matière des calculs biliaires, dont la présence dans le canal cholédoque détermine les coliques hépatiques.

Toute la bile sécrétée par le foie n'agit pas sur les aliments; une partie rentre par résorption dans l'économie ; l'autre est rejetée avec les excréments auxquels elle communique sa couleur spéciale.

Action du suc pancréatique sur les aliments. Le suc pancréatique est versé dans l'intestin par le pancréas, glande d'une

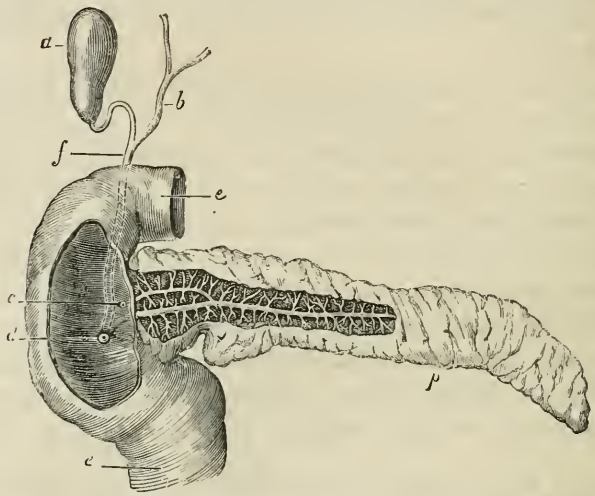


Fig. 63. — *Ouverture des canaux excréteurs du pancréas dans l'intestin*.*

structure analogue à celle des glandes salivaires. Ses canaux excréteurs, au nombre de deux, s'ouvrent dans l'intestin : l'un est libre, l'autre est réuni au canal cholédoque, de façon qu'au moment de leur arrivée la bile et le suc pancréatique se trouvent mélangés.

On peut recueillir le suc pancréatique sur un animal vivant, en lui pratiquant une fistule sur la branche isolée du canal pancréatique ; mais le liquide qu'on obtient en broyant un pancréas dans de l'eau jouit des mêmes propriétés.

La sécrétion du suc pancréatique est presque nulle dans l'intervalle des repas ; elle n'est abondante que pendant la digestion. On

* *a*) Vésicule biliaire. — *b*) Canal hépatique. — *c*) Ouverture dans l'intestin d'une branche libre du conduit pancréatique. — *d*) Ouverture dans l'intestin du canal cholédoque uni à l'autre branche du conduit pancréatique. — *e*, *e*) Duodénum. — *f*) Canal cholédoque. — *p*) Pancréas.

a même observé que le liquide sécrété en dehors de cette période était sans action sur les aliments.

Le suc pancréatique, tel qu'il s'écoule pendant la digestion, est un liquide alcalin, incolore, filant et visqueux, se décomposant rapidement. Quand on le chauffe, il se prend en masse et se coagule comme l'albumine. Les acides énergiques le coagulent également.

La composition du suc pancréatique est mal connue; on sait seulement qu'il contient 90 °/₀ d'eau environ et 10 parties de matières solides : chlorures, phosphates, carbonates et un principe particulier, la *pancréatine*, coagulable comme l'albumine, très-analogue à la ptyaline.

Le suc pancréatique émulsionne les matières grasses, c'est-à-dire les divise en particules excessivement fines, propres à être absorbées, transforme les aliments féculents en glycose, comme le fait la salive, et achève de liquéfier les substances azotées attaquées par le suc gastrique. Il n'agit bien que sur les aliments qui ont subi l'action des autres sucs digestifs.

Le pancréas joue un rôle considérable dans la digestion. La dégénérescence de cet organe empêche la digestion des corps gras et entraîne un amaigrissement considérable. Cette maladie n'a été jusqu'à présent reconnue qu'après la mort; mais l'existence d'une grande quantité de matières grasses dans les selles pourrait la faire soupçonner pendant la vie. L'administration journalière du suc pancréatique obtenu par la macération de pancréas frais dans de l'eau serait, sans doute, fort utile dans les cas de cette nature.

Action du suc intestinal sur les aliments. Le suc intestinal est un liquide sécrété par les glandes qui existent dans la muqueuse intestinale. Pour l'obtenir, on ouvre l'abdomen d'un animal vivant, on retire une anse intestinale de 20 centimètres de longueur environ et, après l'avoir liée en deux points aussi éloignés que possible, on la remet en place. Au bout de quelques heures, on tue l'animal et on recueille le liquide sécrété dans la partie comprise entre les ligatures.

Le suc intestinal est un liquide fort complexe; il se trouve généralement mélangé avec les autres liquides digestifs. On y trouve de

l'eau, du mucus, des sels, de l'albumine, de la pancréatine etc. Sa sécrétion est considérablement augmentée par les purgatifs.

Son action sur les aliments se rapproche de celle du suc pancréatique. Il transforme l'amidon en sucre, émulsionne les corps gras, dissout les substances azotées et achève de transformer le sucre en glycose. Il paraît avoir pour fonction de digérer les aliments qui ont échappé à l'action de la salive, du suc gastrique, de la bile et du suc pancréatique.

Les substances alimentaires qui ont échappé à l'action des sucs digestifs s'accumulent, comme nous l'avons vu, dans le gros intestin, d'où elles sont expulsées au dehors. Elles contiennent 75 % d'eau, des sels, de l'albumine, de la graisse, des résidus alimentaires non digérés et de la bile, qui leur communique une coloration spéciale.

§ 4.

ABSORPTION DES PRODUITS DE LA DIGESTION.

Les aliments qui ont subi l'action des liquides digestifs se trouvent transformés en une bouillie blanchâtre nommée *chyle*, destinée à être absorbée par les vaisseaux contenus dans les villosités de l'intestin.

Le chyle est un liquide blanc laiteux, opaque, se coagulant par le refroidissement comme le sang. Il contient dans sa composition des substances albuminoïdes résultant de la digestion des matières azotées, des corps gras émulsionnés, auxquels il doit sa couleur blanche, des substances sucrées provenant de la transformation des principes féculents et des matières minérales. Il renferme, par conséquent, tous les éléments d'un aliment complet.

Au point de vue de sa composition chimique, le chyle a beaucoup d'analogie avec le sang, qu'il est destiné à former. Une analyse de ce liquide a fourni sur 1000 parties : 904 parties d'eau, 70 d'albumine, 9 de matières grasses, 14 de matières extractives et sels. Il contient de la fibrine, comme le sang, bien qu'en proportion moins forte. Il renferme aussi des globules, mais en quantité minime et d'une forme qui diffère beaucoup de celle des globules sanguins.

Le chyle est absorbé par les vaisseaux chylifères et veineux qui prennent naissance dans les villosités intestinales. Les veines ne

Fig. 64. — *Villosités de l'intestin de l'homme* *.
(Grossies 100 fois.)

se distinguent des chylifères qu'en ce qu'elles n'absorbent pas sensiblement de matières grasses.

Les veines qui naissent des diverses parties de l'intestin conduisent le produit de la digestion dans la veine porte, qui le distribue au foie. Le liquide qui sort de cet organe se jette dans la veine cave inférieure, qui le mène au cœur, d'où il passe aux poumons pour subir l'action vivifiante de l'oxygène ; apte alors à réparer les pertes des tissus, il est distribué par les artères aux divers organes.

Le chyle absorbé par les chylifères arrive également au cœur, mais par une voie différente. Tous les chylifères vont se jeter dans

* 1, 1) Vaisseaux chylifères. — 2, 2) Vaisseaux sanguins.

un tube flexueux, le *canal thoracique*, qui remonte le long de la colonne vertébrale jusqu'à la veine sous-clavière gauche, dans la-

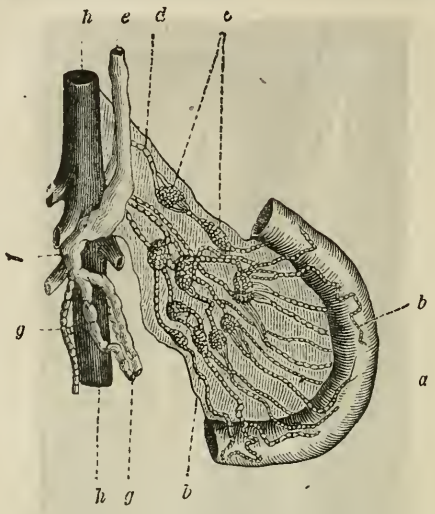


Fig. 65. — *Vaisseaux chylifères* *.

quelle il s'abouche. Cette veine se jette dans la veine cave supérieure, qui conduit le chyle au cœur, où il se trouve mélangé avec celui déjà amené par les veines de l'intestin et d'où il passe dans les poumons pour subir les mêmes transformations.

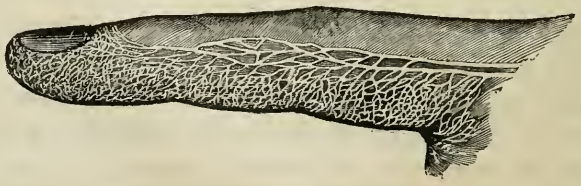


Fig. 66. — *Réseau lymphatique d'un doigt.*

Les vaisseaux chylifères ne sont autre chose que les lymphatiques de l'intestin ; leur nom leur a été donné à une époque où

* *a*) Portion d'intestin grêle. — *b*, *b*) Radicules des vaisseaux chylifères. — *c*) Ganglions mésentériques. — *d*) Vaisseau chylifère allant se jeter dans le canal thoracique. — *e*) Canal thoracique. — *f*) Dilatation du canal thoracique nommé *réservoir de Pecquet*. — *g*, *g*) Vaisseaux lymphatiques des membres inférieurs se rendant au canal thoracique. — *h*, *h*) Artère aorte.

l'on ignorait leur nature. Les lymphatiques sont des vaisseaux qui naissent dans toutes les parties du corps, à la surface de la peau

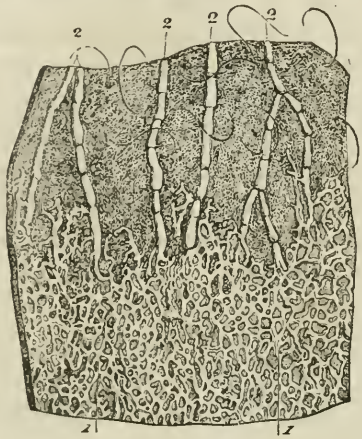


Fig. 67. — *Réseau lymphatique profond de la peau des doigts*.*

comme à celle de l'intestin. Leurs extrémités sont fermées et ils absorbent les liquides avec lesquels ils se trouvent en contact par endosmose, c'est-à-dire absolument comme une vessie pleine d'un liquide absorbe les liquides de densité différente dans lesquels elle est plongée.

Tous les vaisseaux lymphatiques du corps se réunissent en deux conduits, la grande veine lymphatique et le canal thoracique, qui vont se jeter, le premier dans la veine sous-clavière droite, le second dans la veine sous-clavière gauche. La grande veine lymphatique reçoit les lymphatiques de la moitié de la portion du corps qui s'élève au-dessus du diaphragme; le canal thoracique, les au-

Fig. 68. — *Vaisseau lymphatique, ouvert pour montrer ses valvules.*

tres lymphatiques du corps, y compris ceux de l'intestin, c'est-à-dire les chylifères. Le liquide qui y est contenu circule en vertu

* 1, 1) Réseau lymphatique. — 2, 2, 2, 2) Troncs partant de ce réseau et rampant sous la peau. — La flèche indique la direction dans laquelle se meut le liquide contenu dans le vaisseau.

seulement de la contractilité de leurs parois. La direction du courant est déterminée par les valvules qu'ils contiennent et qui, en se fermant aussitôt que la lymphe et le chyle veulent refluer en arrière, ne les laissent se diriger que dans un sens.

Sur le trajet des vaisseaux lymphatiques se trouvent un nombre considérable de petites glandes nommées *ganglions lymphatiques*, formées d'une charpente celluleuse renfermant un réseau de capillaires lymphatiques qui s'anastomosent entre eux. Le contenu des lymphatiques s'y modifie avant de pénétrer dans le sang; mais nous ignorons absolument la nature de cette transformation.

Les vaisseaux lymphatiques contiennent un liquide jaune pâle citrin transparent nommé *lymphe*, dont la composition est très-analogue à celle du sang. Dans l'intestin, ce liquide est mélangé avec les matériaux digestifs assimilables et prend le nom de *chyle*. Après la digestion, il contient une forte proportion de matières grasses émulsionnées, qui lui donnent sa couleur blanche; avant les repas, il est incolore comme dans les autres parties du corps.

Les fonctions des vaisseaux lymphatiques de l'intestin, c'est-à-dire des chylifères, sont bien connues: on sait qu'ils absorbent le produit de la digestion; mais on est moins fixé sur celles des vaisseaux lymphatiques des autres parties du corps. Comme les veines, ils absorbent les produits de la désassimilation des tissus, mais ils semblent, en outre, chargés de ramener dans le torrent de la circulation l'excédant du liquide transsudé par les capillaires pour la nutrition des organes et non utilisé par ces derniers. Ce liquide arrive également, en effet, à tous les éléments; mais chacun n'y puisant que ce qui lui convient, il reste un excédant inutile qui serait perdu s'il n'était pas ramené dans la circulation.

La découverte de la voie par laquelle sont absorbés les produits de la digestion est moderne. Plusieurs médecins de l'antiquité semblent avoir aperçu les vaisseaux chylifères, mais ils ignorèrent absolument leur fonction. Ils pensaient que l'absorption des produits de la digestion se faisait uniquement par les veines.

En 1622, Gaspard Aselli, professeur à l'Université de Pavie, ayant ouvert le corps d'un chien vivant, vit à la surface de l'in-

testin des cordons blanchâtres, laissant échapper un liquide blanc, épais, lorsqu'on les piquait; mais l'animal mourut et les vaisseaux disparurent. Pour les revoir, il ouvrit l'abdomen d'un autre chien, mais n'aperçut rien de semblable. En recherchant les causes de cette différence, Aselli reconnut que l'animal qu'il avait d'abord observé venait de faire un copieux repas, tandis que le second était à jeun. Il répéta l'expérience sur un troisième chien qui venait de manger, et revit les vaisseaux lactés. Poursuivant son étude, il rechercha la terminaison de ces organes, mais ne sut pas la trouver, et supposa à tort que les chylifères se jetaient dans le foie.

Bien que facile à constater, la découverte d'Aselli eut le sort de toutes les découvertes à leur début. Ses contemporains la combattirent avec force. Chose étrange et qui prouve combien les préjugés sont difficiles à détruire, même chez les hommes supérieurs, elle eut pour adversaire l'illustre auteur de la découverte de la circulation du sang, Harvey, qui, lui-même, avait eu autrefois tant de luttes à soutenir pour vaincre la routine. Ce grand physiologiste jouissait alors d'une autorité universellement reconnue, et son opinion entraîna celle de tous les anatomistes, qui nièrent, à l'unanimité, l'existence des vaisseaux chylifères. Moins heureux que son célèbre contradicteur, Aselli mourut sans avoir réussi à faire admettre la réalité des organes qu'il avait constatés.

Cependant un fait d'une observation aussi facile ne pouvait pas rester indéfiniment inaperçu. Reconnue, quelques années plus tard, chez un supplicié et confirmée par de nouvelles observations sur les animaux, l'existence des vaisseaux chylifères fut bientôt définitivement admise. Mais ce ne fut qu'en 1649 que l'anatomiste Pecquet découvrit qu'ils se terminent dans le canal thoracique. Vers la même époque, Thomas Bartholin, professeur à Copenhague, et Rudbeck, étudiant suédois, reconnurent que les lymphatiques existent non-seulement dans les intestins, mais encore dans toutes les parties du corps. Leur étude fut complétée ensuite par les recherches de beaucoup d'observateurs, Hunter, Lauth, Panizza et surtout Mascagni et Sappey. Au point de vue de l'exactitude, aucun travail n'est supérieur à celui de ce dernier anatomiste; il a suivi les lymphatiques dans leurs plus délicates ramifications et

prouvé leur existence dans les organes, tels que la langue, où ils étaient inconnus. Ses recherches l'ont conduit à admettre que c'est dans les vaisseaux lymphatiques que siégent en réalité les phénomènes inflammatoires (abcès, phlegmons etc.) qu'on observe si fréquemment dans le tissu cellulaire sous-cutané.

L'absorption des produits de la digestion se fait sur tous les points du tube digestif de la bouche à l'anus, mais d'une façon très-inégale. Dans la bouche et l'œsophage, elle est à peu près nulle; dans l'estomac, elle s'opère surtout sur l'eau* et les sels solubles. Une partie de ces substances est immédiatement absorbée par les vaisseaux de cet organe ; l'autre continue sa route à travers l'intestin grêle, où se trouve le véritable siége de l'absorption.

Dans le gros intestin, l'absorption est presque nulle, parce que les matières alimentaires y arrivent dépouillées de leurs principes nutritifs. Néanmoins cet organe peut parfaitement absorber, et on a pu plusieurs fois, dans des cas de rétrécissement du tube digestif empêchant les aliments d'arriver dans l'estomac, nourrir les malades en introduisant des matières alimentaires par le rectum. Elles sont alors digérées par le suc intestinal que sécrète le gros intestin et absorbées par les veines et les lymphatiques renfermés dans cet organe. Le docteur Runge a nourri pendant deux mois (du 20 avril au 18 juin 1868) un malade atteint d'un rétrécissement de l'œsophage en lui injectant par le rectum des lavements contenant des substances nutritives : jaune d'œuf, bouillon etc. Le malade mourut, non d'inanition, mais d'une inflammation intestinale. Il nous semble que dans des cas analogues on arriverait à des résultats meilleurs en administrant les aliments tout digérés par leur séjour préalable dans une solution acidifiée de pepsine, ou mieux dans un mélange de bile et de suc pancréatique**. Les aliments

*L'eau passe très-vite dans le sang; chez un bœuf, qui n'avait pas bu depuis vingt-quatre heures et dont le sang contenait 775 parties d'eau pour 1000, Schultz a vu, peu d'instants après que l'animal eut bu abondamment, la proportion de ce liquide s'élever à 840.

**Claude Bernard a reconnu que de la bile additionnée de suc pancréatique ou plus simplement d'un fragment de pancréas et d'un peu de matières grasses pour prévenir la décomposition du liquide formait un mélange se conservant fort longtemps et digérant parfaitement les graines, les féculents et les matières albuminoïdes.

étant tout digérés, l'intestin n'aurait plus qu'à les absorber, et on lui éviterait ainsi le travail considérable auquel on le soumet en le forçant à sécréter sur une petite étendue tout le suc intestinal nécessaire à la digestion.

Les médicaments et les substances toxiques introduites dans l'estomac sont absorbés par les veines de cet organe ou par celles de l'intestin et ne semblent pas l'être par les lymphatiques. La vitesse de leur absorption est très-variable : on les retrouve quelquefois dans l'urine au bout d'une minute.

Les médicaments introduits en lavements par le gros intestin sont absorbés aussi vite et quelquefois même plus rapidement que ceux introduits dans l'estomac par la bouche. C'est ce qui arrive pour la belladone et l'opium, et cette indication physiologique ne doit jamais être perdue de vue par les médecins.

§ 5.

RÉSUMÉ DES PHÉNOMÈNES DE LA DIGESTION.

La digestion est une fonction qui a pour but de transformer en matières solubles absorbables les aliments introduits dans l'estomac.

Pour que la perte des organes puisse être convenablement réparée, il faut que les aliments contiennent des matières azotées (viande, fibrine, albumine), des matières amylacées (fécule, amidon), des matières grasses et des matières minérales.

Les premiers phénomènes de la digestion se passent dans la bouche ; la mastication divise les aliments en fragments et les rend plus faciles à être digérés. En même temps, sous l'influence d'un principe analogue à la diastase contenu dans la salive, une partie des composés féculents est transformée en glycose.

Dans l'estomac, les aliments sont soumis à l'action du suc gastrique qui attaque les matières azotées et laisse intacts les corps gras et féculents. Le produit de la digestion stomacale est une pâte, nommée *chyme*, résultant du mélange des composés albuminoïdes transformés par le suc gastrique et des substances qu'il n'a pas attaquées.

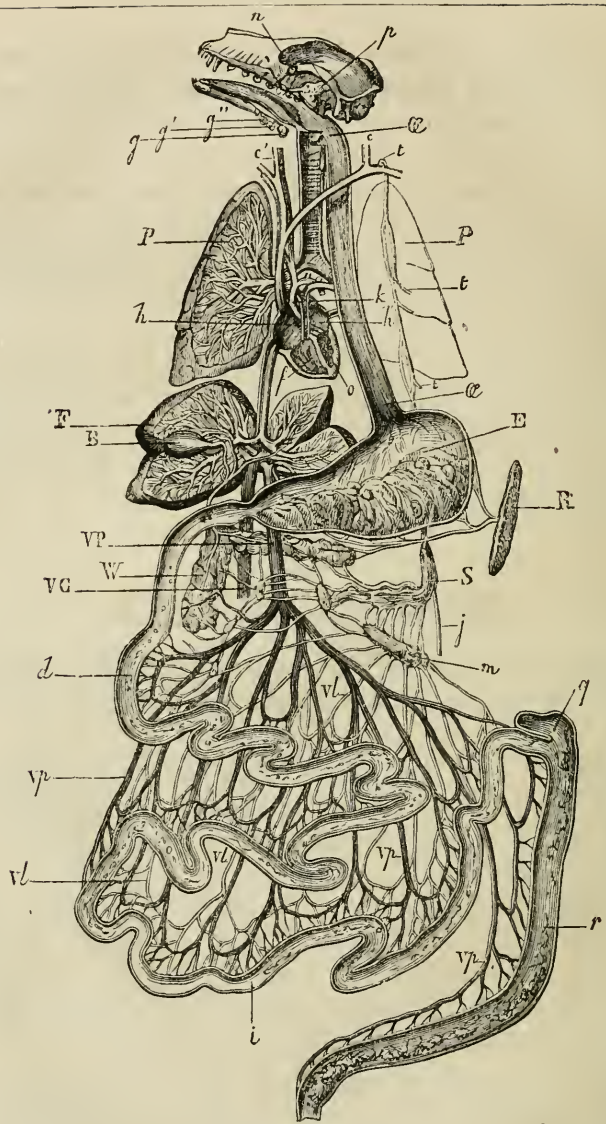


Fig. 69. *Ensemble du canal digestif pendant la digestion chez les mammifères* (dessiné sous la direction de Claude Bernard).*

*g, g', g'', p, n) Glandes salivaires. — $œ$) Œsophage. — E) Estomac. — d, i, q, r) Intestin. — B) Vésicule biliaire. — R) Rate. — W) Pancréas. — VP) Tronc de la veine porte, dont les ramifications Vp absorbent une partie du produit de la digestion et le conduisent dans le foie F, d'où il se rend, par la veine cave inférieure, dans l'oreillette droite h, de là au poumon P par l'artère pulmonaire, et finalement dans l'oreillette gauche h' et le ventricule gauche o, dont les contractions le chassent dans l'aorte k. — Vl, VG) Vaisseaux chylifères destinés également à absorber le produit de la digestion; ils traversent des ganglions m et arrivent dans le réservoir de Pecquet S, origine du canal thoracique $t\,t$ qui s'abouche dans la veine sous-clavière gauche c pour se rendre, comme le produit absorbé par la veine porte, dans l'oreillette droite h et de là aux poumons $P\,P$.

Dans l'intestin, les aliments sont soumis à l'action de divers liquides: bile, suc pancréatique, suc intestinal etc., qui complètent leur transformation.

La bile et les sucs gastrique et pancréatique émulsionnent les matières grasses et achèvent la digestion des matières albuminoïdes. Le suc pancréatique convertit, en outre, les féculents en glycose. Quant au suc intestinal, il semble réunir les propriétés de tous les autres sucs digestifs et digère les matières alimentaires qui ont échappé à leur action.

Le produit de la digestion intestinale est un liquide blanchâtre, nommé *chyle*. Il est absorbé par les veines et les vaisseaux lymphatiques qui se trouvent dans les villosités de l'intestin. Les veines amènent leur contenu dans la veine porte, qui va le jeter dans le foie, d'où le liquide est conduit à l'oreillette droite du cœur par la veine cave inférieure. Les vaisseaux chylifères le jettent dans le canal thoracique, qui le conduit à la veine sous-clavière, d'où il est également mené à l'oreillette droite du cœur par la veine cave supérieure.

Le produit de la digestion, mélangé au sang, est lancé par le cœur aux poumons, où il subit l'action vivifiante de l'air. Apte alors à réparer les pertes des tissus, il est conduit par les artères aux divers organes.

Les substances qui ont échappé à l'action des sucs digestifs sont expulsées au dehors par l'extrémité inférieure de l'intestin.

Ici se termine ce que nous avions à dire de la digestion. Les connaissances acquises sur cette importante fonction sont bien incomplètes encore, et cependant elles ont nécessité plusieurs siècles de recherches.

CHAPITRE VI.

HYGIÈNE DE LA DIGESTION ET PHYSIOLOGIE DES TROUBLES DE CETTE FONCTION.

Observations sur le régime. — Inutilité des prescriptions données à ce sujet. — Choix des aliments. — Effets d'une mastication insuffisante. — Influence des corps gras, des condiments, des alcalins, des acides, du repos et de l'exercice sur la digestion. — Explication physiologique de la tendance au sommeil après les repas. — Causes qui entravent la digestion. — Effets produits par l'insuffisance du suc gastrique. — Danger de nourrir trop abondamment les convalescents et les anémiques. — Influence d'une alimentation trop abondante sur la production de l'obésité, de la goutte et de la gravelle. — Explication physiologique des phénomènes qui résultent de l'irrégularité des fonctions digestives. — Troubles de la digestion dépendant d'une affection de l'estomac. — Alimentation dans les affections de l'estomac. — Troubles de la digestion dépendant d'une affection de l'intestin ou de ses annexes. — Imperfection des connaissances médicales sur ce dernier point.

§ 1er

HYGIÈNE DE LA DIGESTION.

Les auteurs des anciens traités d'hygiène s'étendent longuement sur le régime et sur les règles à observer pour que les fonctions digestives s'opèrent régulièrement. Leurs préceptes compliqués et arides ne reposent le plus souvent sur aucune base physiologique précise, et probablement du reste ils n'ont jamais été bien sérieusement suivis. Nous ignorons si Cornaro, dont M. Flourens a tant vanté le genre de vie dans son ouvrage sur la longévité humaine, a réellement dû sa longue existence au régime rigoureux qu'il observait. Mais peu de personnes consentiraient sans doute à acheter un siècle de vie au prix de privations semblables à celles que s'imposait le célèbre Italien.

En fait de régime, on pourrait dire jusqu'à un certain point que le meilleur est de n'en pas avoir. L'individu qui suit un régime trop sévère ou trop uniforme s'expose à des accidents graves lorsque par hasard il vient à s'en écarter. C'est précisément ce qui arriva à Cornaro, qui, ayant voulu prendre un jour 14 onces d'aliments

au lieu de 12 dont se composait sa ration habituelle, faillit en mourir.

Lorsque l'alimentation contient une proportion de matières organiques et minérales égale aux pertes journalières, elle est suffisante en quantité. Elle est suffisante en qualité, si elle est digérée facilement. Aucune règle ne vaut, sur ce dernier point, les indications fournies par l'estomac. Quant aux diverses causes qui d'une façon générale peuvent favoriser ou entraver la digestion, nous allons les indiquer avec soin.

Une des premières conditions d'une bonne digestion et souvent une des moins observées est une mastication suffisante des aliments. Nous avons déjà dit quelques mots de l'importance de ce précepte; mais il n'est pas inutile d'y revenir, car il est bien démontré aujourd'hui qu'un grand nombre de maladies de l'estomac sont causées par une mastication incomplète. Un aliment mal broyé arrive dans l'estomac en fragments grossiers dont la surface seule est attaquée par le suc gastrique, et leur partie intérieure, perdue comme matière nutritive, joue le rôle d'un corps étranger qui encombre inutilement le tube digestif. Utile pour tous les aliments, la mastication est indispensable pour ceux que recouvre une enveloppe réfractaire à l'action de ce liquide, tels que les haricots, les pois, le raisin, par exemple. Spallanzani, ayant avalé 25 grains de raisin bien mûrs, en rendit 15 intacts. La même expérience répétée avec des haricots, des lentilles, a donné des résultats analogues. Les personnes qui n'ont pas de dents doivent les faire remplacer par un ratelier et ne manger que des aliments bien cuits, car la cuisson ramollit les tissus et les rend plus facilement attaquables par le suc gastrique.

Lorsque les substances nutritives introduites dans l'estomac contiennent des composés non attaquables par le suc gastrique, comme les corps gras par exemple, ces principes empêchent l'action de ce liquide sur les aliments, qui séjournent alors longtemps dans l'estomac et sont, comme on le dit vulgairement, indigestes. C'est pour cette raison que les sauces et les potages trop gras, ainsi que les viandes très-adipeuses, rendent les aliments qu'ils accompagnent d'une digestion difficile.

Les condiments, tels que le poivre, la cannelle, la moutarde, dont on se sert pour assaisonner les mets, jouissent de propriétés tout à fait contraires. Par leur action irritante sur la muqueuse stomacale, ils augmentent la sécrétion du suc gastrique et rendent la digestion plus facile. Les liquides alcooliques à petites doses agissent de la même façon. Il faut choisir parmi eux ceux qui contiennent des principes de plantes aromatiques, tels que l'anisette, le curaçao etc.

Les alcalins, qui accroissent la sécrétion du suc gastrique, favorisent aussi la digestion ; c'est ce qui explique leur utilité pour les personnes chez lesquelles le travail digestif se fait difficilement. Il faut bien se garder cependant de les conseiller uniformément à tous les individus dont l'estomac fonctionne mal, ainsi qu'on le fait habituellement. Bien des dyspepsies, en effet, sont précisément causées par le défaut d'acidité du suc gastrique, et il est évident que dans ce cas, loin de remédier aux troubles digestifs, les alcalins ne feraient que les augmenter. Nous connaissons des personnes qui ne peuvent bien digérer que quand elles ajoutent à leurs aliments des substances acides, telles que le vinaigre par exemple, et chez lesquelles les eaux alcalines provoquent de l'indigestion et des vomissements.

Un exercice très-modéré, tel qu'une légère promenade après le repas, favorise la digestion, probablement en facilitant la circulation et augmentant par suite la quantité de suc gastrique sécrétée par la muqueuse stomacale. Un exercice violent la ralentit au contraire. Dans ce dernier cas, le sang qui se portait en abondance à l'estomac pour la production du suc gastrique reflue vers la surface de la peau et la sécrétion de ce dernier liquide diminue. Chez les sujets faibles et anémiques, le repos complet après le repas est préférable à l'exercice, si modéré qu'il puisse être.

La tendance au sommeil qui se manifeste chez beaucoup d'individus après le repas ne nous semble en aucune façon indiquer une prédisposition aux congestions cérébrales, comme on le suppose généralement sans appuyer cette hypothèse d'aucune preuve. Pour nous, la tendance au sommeil dénote seulement que l'individu chez lequel on l'observe est anémique. Loin de se porter au cer-

veau, le sang afflue au contraire à l'estomac, et nous pensons que c'est précisément parce que le premier de ces organes n'en reçoit plus en quantité suffisante que ses fonctions se ralentissent et que le sommeil arrive. Sans doute, le besoin de dormir après le repas se produit souvent chez des sujets dont le visage est très-coloré et qui dès lors semblent, d'après l'opinion vulgaire, prédisposés aux congestions. Mais aucun médecin n'ignore que l'anémie peut exister avec une coloration plus ou moins marquée de la face. Nos observations personnelles nous ont prouvé, du reste, que c'est précisément chez les individus de constitution débile ou affaiblie, ainsi que chez les vieillards, que cette tendance au sommeil se rencontre le plus fréquemment.

Si nous abordons maintenant l'étude des causes qui peuvent troubler la digestion, nous verrons que l'explication physiologique de leur action est également facile.

La mastication incomplète et l'exercice violent après le repas entravent la digestion pour les causes que nous avons énoncées plus haut. Le travail intellectuel ou les préoccupations agissent comme l'exercice. Le sang, qui se porte en abondance au cerveau pour l'élaboration de la pensée, n'arrive plus à l'estomac en quantité assez abondante, et le suc gastrique est insuffisamment sécrété. Travailler pendant la digestion est toujours chose mauvaise. Si on y était absolument forcé, mieux vaudrait débuter immédiatement après la fin du repas que d'attendre que la digestion fût commencée. Dans le premier cas, en effet, elle se ferait lentement, mais elle se ferait, tandis que dans le second, elle pourrait être violemment troublée par le brusque appel du sang dans une autre partie du corps. C'est pour une raison analogue qu'un bain froid pris aussitôt après le repas est sans danger, tandis qu'il peut avoir de fâcheuses conséquences s'il est pris pendant la digestion.

Toutes les causes qui diminuent la masse ou la richesse du sang ont pour effet de ralentir le travail digestif, ce qu'il est facile de comprendre quand on réfléchit que le suc gastrique est formé aux dépens de ce liquide. Nourrir abondamment un individu qui vient d'être soumis à une diète prolongée est un moyen infaillible de lui

occasionner une indigestion dangereuse. Le suc gastrique ne pouvant plus être sécrété en quantité suffisante pour dissoudre les aliments, ces derniers agissent comme corps étrangers. Des naufragés qui avaient eu à supporter une longue abstinence sont morts pour avoir trop cédé aux sollicitations de la faim lorsqu'on leur présentait des aliments.

C'est également par suite d'une insuffisance du suc gastrique que les individus chlorotiques et anémiques ont souvent des digestions difficiles. Les convalescents qui veulent manger autant qu'une personne en bonne santé s'exposent aux mêmes accidents.

L'ingestion de certaines substances, telles que l'alcool à haute dose, la glace chez beaucoup de personnes, suspend la sécrétion du suc gastrique et par suite arrête la digestion. L'ingestion de composés qui paralysent la contraction de l'estomac, tels que l'opium, l'arrête également en empêchant les mouvements qui mettent toutes les parties de la masse alimentaire au contact du suc gastrique.

Une alimentation trop abondante rend la digestion difficile à cause de l'introduction dans l'estomac d'une plus grande quantité d'aliments que le suc gastrique n'en peut transformer. Si l'excès d'aliments est habituel, le sang finit par se trouver chargé d'une surabondance de matériaux nutritifs, qui entraîne à sa suite l'obésité, la goutte ou la gravelle, suivant que cet excès se dépose sous forme de graisse dans les tissus, d'acide urique et d'urates dans les articulations ou dans l'appareil urinaire. Il suffit d'un repas abondant pour déterminer dans l'urine un dépôt rouge briqueté d'acide urique ou d'urates. Ce n'est qu'en faisant beaucoup d'exercice ou un travail musculaire suffisant, pour proportionner ses dépenses à ses recettes, que le fort mangeur pourra échapper aux inconvénients résultant d'une alimentation trop abondante. La production de la force a lieu, en effet, comme nous l'avons vu, aux dépens des aliments, et leur oxydation les transforme en produits solubles d'une élimination facile.

§ 2.

PHYSIOLOGIE DES TROUBLES DE LA DIGESTION.

Après avoir indiqué les conditions qui favorisent ou entravent la digestion, nous allons aborder, avec l'aide des connaissances physiologiques précédemment acquises, l'explication des principaux phénomènes qui résultent de l'irrégularité de cette fonction.

La sécrétion du suc gastrique s'accompagne toujours d'un afflux de sang vers la muqueuse stomacale, qui, de pâle qu'elle était entre les repas, devient rouge aussitôt que les aliments arrivent à son contact. Si cet état physiologique s'exagère, il en résulte une inflammation de cette membrane avec sécrétion plus ou moins abondante de mucus, à laquelle on a donné le nom de *gastrite*.

Cette affection est généralement produite par les mêmes causes que celles qui entraînent de mauvaises digestions habituelles, mais elle peut être également engendrée par l'ingestion de liquides toxiques, d'aliments trop chauds ou de substances qui, sans être précisément des poisons, comme l'alcool par exemple, font subir à l'estomac des modifications telles, qu'à la longue la sécrétion du suc gastrique devient imparfaite.

Les affections qui ralentissent la circulation dans les vaisseaux de l'estomac, telles que les maladies du cœur et du foie, troublent également la sécrétion gastrique et peuvent engendrer la gastrite.

A l'état normal, la digestion s'accompagne d'un léger abattement qui passe souvent inaperçu. Lorsque la muqueuse stomacale est enflammée, l'abattement s'exagère et le malade éprouve cette fatigue et ce malaise général qu'on constate habituellement dans cette forme légère de la gastrite qui a été nommée *embarras gastrique*. En même temps, le suc gastrique, devenu alcalin par suite de son mélange avec le mucus abondamment sécrété par l'estomac, ne peut plus agir sur les matériaux nutritifs, et la digestion est entravée. Les aliments non digérés se décomposent et donnent naissance à des gaz qui sont la cause d'éructations acides ou fétides. Les gaz sont acides si l'estomac contient des liquides alcooliques, dont une partie se décompose en acides acétique et carbonique. Ils sont fétides et rap-

pellent l'odeur d'œufs pourris si cet organe renferme des aliments albumineux dont la décomposition produit de l'hydrogène sulfuré.

Si, malgré son état de malaise, le malade veut manger, le suc gastrique n'agissant pas sur les aliments, par suite de l'excès de mucus alcalin que l'estomac contient, ces derniers sont rejetés au dehors. Des vomissements peuvent se produire également chez des individus qui observent la diète, mais chez lesquels la sécrétion du mucus stomacal est considérable. Ce liquide est fréquemment rendu au dehors coloré par de la bile provenant de l'intestin.

D'après ce qui précède, on comprend facilement pourquoi, dans l'inflammation passagère de la muqueuse stomacale, il ne faut pas charger l'estomac d'aliments. Dans l'inflammation chronique, la diète serait également très-utile; mais comme une alimentation insuffisante prolongée serait une cause de mort beaucoup plus active que la maladie elle-même, il est évident qu'elle doit être évitée. Ici encore les indications fournies par la physiologie nous sont fort utiles. Elles nous montrent, en effet, qu'il faut administrer les aliments en petite quantité, de façon que l'estomac n'en reçoive pas plus qu'il n'en peut digérer à la fois. Elles nous font comprendre également la nécessité de choisir, autant que possible, des aliments liquides, parce qu'ils séjournent moins longtemps dans l'estomac que les solides et sont plus facilement digérés*. Si la

* Sous prétexte que le suc gastrique a perdu ses propriétés digestives, Niemeyer dit, dans son *Traité de pathologie interne* (7e édit., t. I, p. 591), que chez les individus atteints de gastrite qui traîne en longueur on ne doit permettre que l'usage des aliments amylacés, tels que les soupes à l'eau par exemple. Malgré la grande autorité de cet auteur, nous n'hésitons pas à qualifier son conseil de très-dangereux. Un individu qui suivrait ce régime pendant quelque temps mourrait de faim, ainsi que nous l'avons vu en parlant des principes qui doivent entrer dans l'alimentation. La physiologie nous enseigne que les aliments imbibés de suc gastrique ou de pepsine sont parfaitement digérés dans l'intestin sous l'influence de la bile, du suc pancréatique et du suc intestinal. Nous savons, d'un autre côté, que les aliments liquides traversent rapidement l'estomac. Il n'y a donc aucun inconvénient à nourrir suffisamment les individus atteints de gastrite si l'on suit fidèlement les indications que nous avons données. Les œufs bien délayés dans du lait, du bouillon ou de la panade nous semblent en pareil cas le meilleur aliment à conseiller. C'est avec des mélanges de cette nature que nous avons nourri pendant le siége de Paris les malades atteints d'affections de l'estomac ou des intestins, qui se trouvaient dans l'hôpital militaire dont le service nous était confié. Les résultats excellents que nous avons obtenus nous ont montré une fois de plus l'utilité d'éclairer les prescriptions médicales des lumières de la physiologie.

difficulté des digestions peut faire supposer que la sécrétion du suc gastrique est tout à fait insuffisante, on peut remplacer le suc gastrique qui fait défaut en mélangeant les aliments avec une solution acidifiée de pepsine. On arriverait ainsi à nourrir suffisamment le malade pour lui donner la force de supporter sa maladie. Dans le traitement des affections de l'estomac par les anciennes méthodes, le malade succombait plus souvent à l'inanition qu'aux suites de l'affection elle-même.

Les vomitifs, dont on abuse généralement dans l'embarras gastrique, ne sont utiles que dans deux cas : lorsque l'estomac contient des aliments non digérés ou lorsqu'il renferme une quantité considérable de mucosités, ce qu'on reconnaît par le gonflement de l'épigastre et l'existence de nausées. Dans la gastrite chronique, il n'existe aucune raison physiologique pour en conseiller l'emploi.

Les purgatifs ne sont également utiles que quand l'intestin contient des matières non digérées, ce qui peut se reconnaître par la percussion et aux gaz fétides qui se dégagent.

Les gaz engendrés dans le tube digestif par la décomposition des aliments non digérés occasionnent un gonflement de l'estomac et de l'intestin qui, par leur développement, compriment les organes avec lesquels ils sont en rapport et gênent la circulation et la respiration. En administrant des corps susceptibles de les absorber ou de se combiner avec eux, tels que le charbon et la magnésie, on les fait disparaître. Lorsqu'on agit ainsi, on s'attaque évidemment à l'effet et non à la cause, car l'absorption des gaz ne les empêche pas de se produire. On combattrait au contraire la cause en administrant des substances capables d'arrêter la décomposition des aliments dans le tube digestif. Théoriquement, des antiseptiques, tels que l'acide phénique, seraient fort utiles, mais ils n'ont pas encore été essayés.

Tous les troubles digestifs qui ont leur siége dans l'estomac n'ont pas pour origine l'inflammation de cet organe ; plusieurs sont produits par des causes diverses, du reste mal connues, et dont l'étude nous entraînerait trop loin. On voit souvent des digestions difficiles accompagnées de douleurs (gastralgie) qui ne tiennent pas

évidemment à une inflammation de la muqueuse de l'estomac; elles s'observent fréquemment chez les personnes anémiques, épuisées par le travail ou les excès, les convalescents, les vieillards etc., et paraissent tenir habituellement à une altération ou à une insuffisance du suc gastrique, résultant de l'appauvrissement du sang. Souvent elles sont liées à une affection du foie et sont de véritables coliques hépatiques. Il est nécessaire de distinguer des cas semblables d'avec la gastrite, parce qu'alors les substances qui augmentent la sécrétion du suc gastrique en irritant la muqueuse, telles que les liquides alcooliques, les amers etc., peuvent être fort utiles, tandis que dans la gastrite leur emploi est, au contraire, inutile ou dangereux.

C'est également à l'insuffisance de la sécrétion du suc gastrique que sont dus les troubles digestifs qu'on observe chez les buveurs. Habituée au contact des liquides irritants, leur muqueuse stomacale n'est plus suffisamment excitée par le contact des aliments pour sécréter le suc gastrique, et ce n'est qu'en faisant usage de substances nutritives très-épicées que ces individus parviennent à digérer facilement.

L'estomac est loin de jouer un rôle prédominant dans la digestion, comme on le croyait autrefois. La physiologie nous enseigne, en effet, que les actes les plus importants de cette fonction s'accomplissent dans l'intestin. Les maladies de l'intestin et de ses diverses annexes doivent donc avoir une influence plus considérable que celles de l'estomac sur les fonctions digestives; mais, comme elles sont très-mal connues, on ne leur accorde qu'une place tout à fait accessoire dans les ouvrages de pathologie. En outre, comme une affection d'une partie quelconque du tube digestif se traduit par divers états pathologiques qu'on peut attribuer à une lésion de l'estomac, c'est généralement à ce dernier qu'on rapporte l'origine des troubles digestifs observés, confondant ainsi l'effet avec la cause, chose si fréquente en médecine. Quand on possède des notions suffisantes sur le rôle des liquides digestifs, suc pancréatique, suc intestinal etc., il est facile de comprendre qu'une lésion de l'un des organes chargés de les sécréter doit être beaucoup plus grave

qu'une lésion de l'estomac lui-même. Si l'importance des fonctions digestives qui s'accomplissent dans l'intestin était mieux comprise, des affections d'organes essentiels, tels que le pancréas, ne seraient pas aussi complétement ignorées qu'elles le sont aujourd'hui.

Nous n'aurons donc, faute de connaissances précises sur ce point, que peu de chose à dire des troubles de la digestion dans l'intestin. Les purgatifs drastiques, le passage d'aliments non digérés et en décomposition, la rétention prolongée des matières fécales, rétention capable quelquefois d'irriter l'intestin au point de déterminer une péritonite partielle, les obstacles à la circulation dans le foie, d'où résulte une distension des veines intestinales, et diverses causes peu connues provoquent l'inflammation de cet organe et une sécrétion abondante de sa muqueuse. En même temps, sous l'influence de cette excitation plus vive, les contractions intestinales deviennent plus rapides et déterminent fréquemment l'expulsion du contenu de l'intestin qui, le plus souvent, a échappé à l'action des sucs digestifs. Mélangée au liquide sécrété par la muqueuse intestinale, la masse alimentaire forme une bouillie liquide, dont l'émission constitue le phénomène nommé *diarrhée*, le seul symptôme qui quelquefois révèle l'état inflammatoire de l'intestin.

L'inflammation de la muqueuse intestinale s'accompagne souvent, comme celle de la muqueuse stomacale, d'une production abondante de gaz due à la décomposition des aliments. En s'accumulant dans les anses intestinales, ces gaz les distendent et sont fréquemment l'origine de douleurs plus ou moins vives, auxquelles on a donné le nom de *coliques*. Quand leur développement est trop abondant, ils refoulent le diaphragme et gênent considérablement la respiration.

C'est généralement à une affection de l'intestin, le plus souvent, suivant nous, à une semi-paralysie des muscles de cet organe, qu'est due la constipation habituelle, état pathologique qui fait justement le désespoir d'un grand nombre de malades; car, sans compter l'obstruction intestinale qui n'en est que rarement la suite, la constipation habituelle amène — par la gêne qu'apporte à la circulation la compression exercée sur les vaisseaux du bassin par les matières fécales durcies — la congestion de divers organes, le rectum, l'u-

térus et le cerveau notamment. Il en résulte une série d'accidents : hémorrhoïdes, catarrhes utérins, bourdonnements, maux de tête, irritabilité nerveuse excessive etc., qui empoisonnent la vie du malade. Voltaire, en faisant dire à l'anatomiste Sidrac que la chaise percée a une influence considérable sur les actions humaines, émet, sous une forme paradoxale, une vérité profonde. Sans affirmer avec lui que les gens constipés sont souvent de grands scélérats, et que Cromwell, quand il fit condamner son souverain, Henri III, quand il fit assassiner le duc de Guise, Charles IX, quand il ordonna la Saint-Barthélémy, n'étaient pas allés depuis fort longtemps à la garde-robe, on peut considérer comme certain que l'état de gêne produit par la constipation habituelle a sur le moral des malades une influence que tous les médecins ont été à même d'observer. Un physiologiste ne conseillera pas à un homme prudent d'irriter inutilement un individu constipé ou de solliciter de lui une faveur. Véritable pantin, qui ignore l'existence des fils qui le font mouvoir, l'homme est bien souvent ainsi le jouet de causes dont la faiblesse de ses jugements peut seule l'empêcher de soupçonner la force.

CHAPITRE VII.

ORGANES DE LA CIRCULATION

Généralités sur la circulation. — § 1er. *Cœur.* — Cœur droit et cœur gauche. — Rapports, dimensions, structure. — Oreillettes, ventricules et valvules. — Fibres musculaires du cœur. — Nerfs de cet organe. — Insensibilité complète du cœur. — Expériences d'Harvey sur l'homme. — Naissance du cœur dans l'embryon. — § 2. *Artères.* — Structure de ces vaisseaux. — Leur contractilité sous l'influence du froid et de diverses substances. — Application au traitement des hémorrhagies. — Influence sur la circulation des nerfs que les artères reçoivent. — Utilité des anastomoses artérielles. — Vaisseaux capillaires. — Communication qu'ils établissent entre les veines et les artères. — Rapport entre leur nombre et la vitalité des tissus. — Origine commune de toutes les artères. — § 3. *Veines.* — Structure de ces vaisseaux. — Adhérence de certaines veines avec les aponévroses. — Danger des opérations intéressant les veines de certaines régions. — Production des varices et des hémorrhoïdes. — Distinction entre les hémorrhagies veineuses et artérielles. — Figures représentant les principales veines et artères du corps.

Nous avons vu dans les chapitres précédents que la digestion a pour but de transformer les aliments en matières assimilables destinées à réparer les pertes des différents tissus et à entretenir leur activité. Les organes ne pouvant aller puiser dans l'intestin leurs principes réparateurs, ces derniers leur sont portés par un liquide, le *sang*, charrié dans un système de canaux nommés *artères*. Chaque élément emprunte au sang les matériaux nécessaires à son entretien et lui rend ceux qu'il a usés. Mais ces résidus ne se mélangent pas au sang artériel, dont ils altéreraient la pureté. Ils sont repris par d'autres canaux appelés *veines*. Veines et artères communiquent avec un organe central, le *cœur*, sorte de pompe foulante destinée à donner une impulsion à leur contenu. Ce mouvement continuel du sang dans les vaisseaux constitue la *circulation*.

Nous décrirons brièvement dans ce chapitre l'appareil de la circulation, c'est-à-dire le cœur et les vaisseaux. Dans le suivant, nous étudierons le liquide qui circule dans ces vaisseaux, c'est-à-

dire le sang; puis nous aborderons le mécanisme de la circulation et terminerons enfin par l'examen des troubles que peut éprouver cette fonction.

§ 1er.

CŒUR.

Le cœur est un organe musculaire composé de deux parties analogues adossées mais complétement distinctes. La moitié droite ou *cœur droit* reçoit le sang veineux et le distribue aux poumons; l'autre moitié ou *cœur gauche* reçoit le sang artériel venu des poumons et le transmet à tous les organes par les artères. L'homme a, en réalité, deux cœurs réunis en un seul.

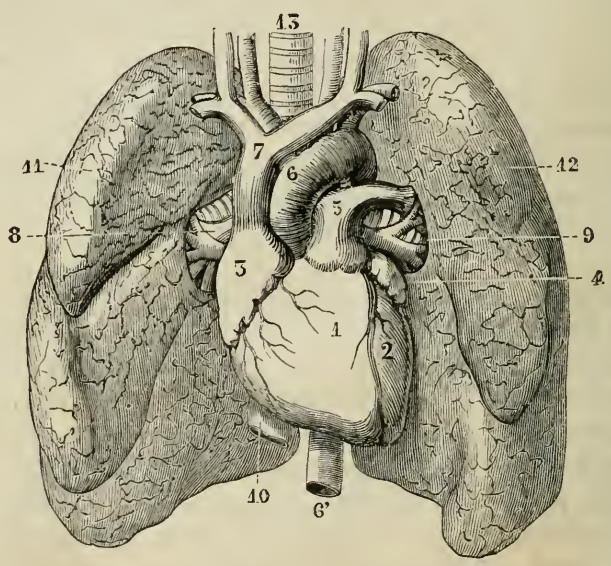


Fig. 70. — *Rapports du cœur avec les poumons* *.

Le cœur est placé au milieu de la poitrine, au-dessus du diaphragme, entre les deux poumons, en avant de l'aorte, de l'œsophage, de la colonne vertébrale, en arrière des côtes et du sternum, qui lui servent de bouclier. Il est maintenu en place par les gros

* 1) Ventricule droit. — 2) Ventricule gauche. — 3) Oreillette droite. — 4) Oreillette gauche. — 5) Artère pulmonaire. — 6) Artère aorte. — 7) Veine cave supérieure. — 8) Branche droite de l'artère pulmonaire. — 9) Branche gauche de la même artère. — 10) Veine cave inférieure. — 11, 12) Poumons. — 13) Trachée artère.

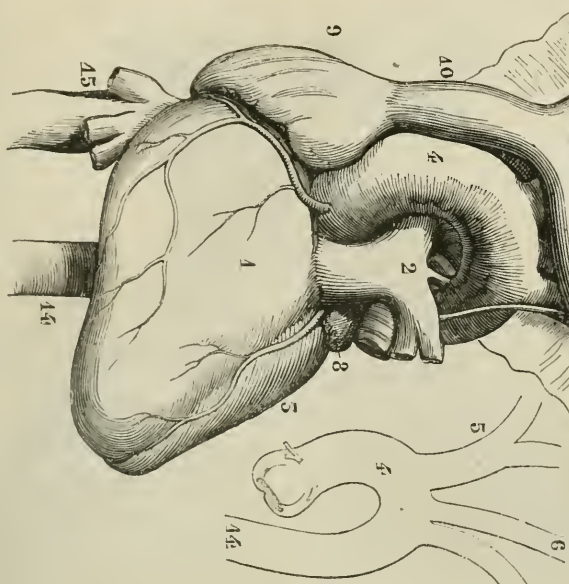


Fig. 71. — *Face antérieure du cœur et origine des gros vaisseaux*.*

* 1) Ventricule droit. — 2) Artère pulmonaire. — 3) Ventricule gauche. — 4) Crosse de l'aorte. — 5) Tronc artériel brachio-céphalique, se divisant en artères carotide primitive et sous-clavière droite. — 6) Carotide primitive gauche. — 7) Artère sous-clavière gauche. — 8) Oreillette gauche. — 9) Oreillette droite. — 10) Veine cave supérieure. — 11) Veine sous-clavière. — 12) Veine jugulaire interne. — 13) Trachée artère. — 14) Aorte descendante. — 15) Veine cave inférieure.

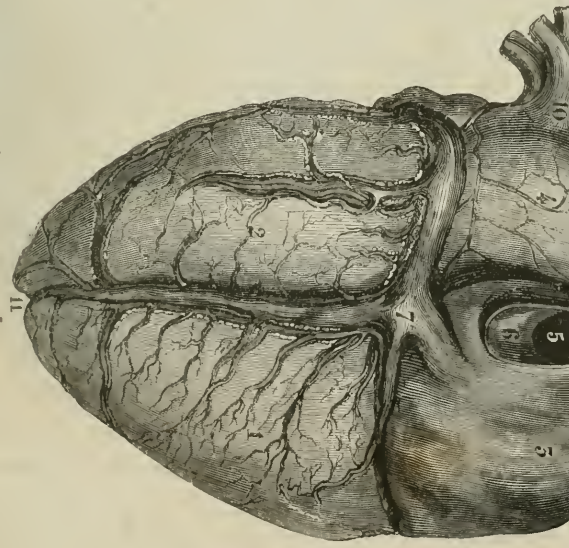


Fig. 72. — *Face postérieure du cœur*.*

* 1) Ventricule droit. — 2) Ventricule gauche. — 3) Oreillette droite. — 4) Oreillette gauche. — 5, 6) Orifice de la veine cave inférieure. — 7) Veine coronaire venant s'ouvrir dans l'oreillette droite. — 8) Veine cave supérieure. — 9, 9) Veines pulmonaires droites. — 10, 10) Veines pulmonaires gauches. — 11) Pointe du cœur. — On voit le long des branches de la veine coronaire des vaisseaux blancs, qui sont les lymphatiques du cœur.

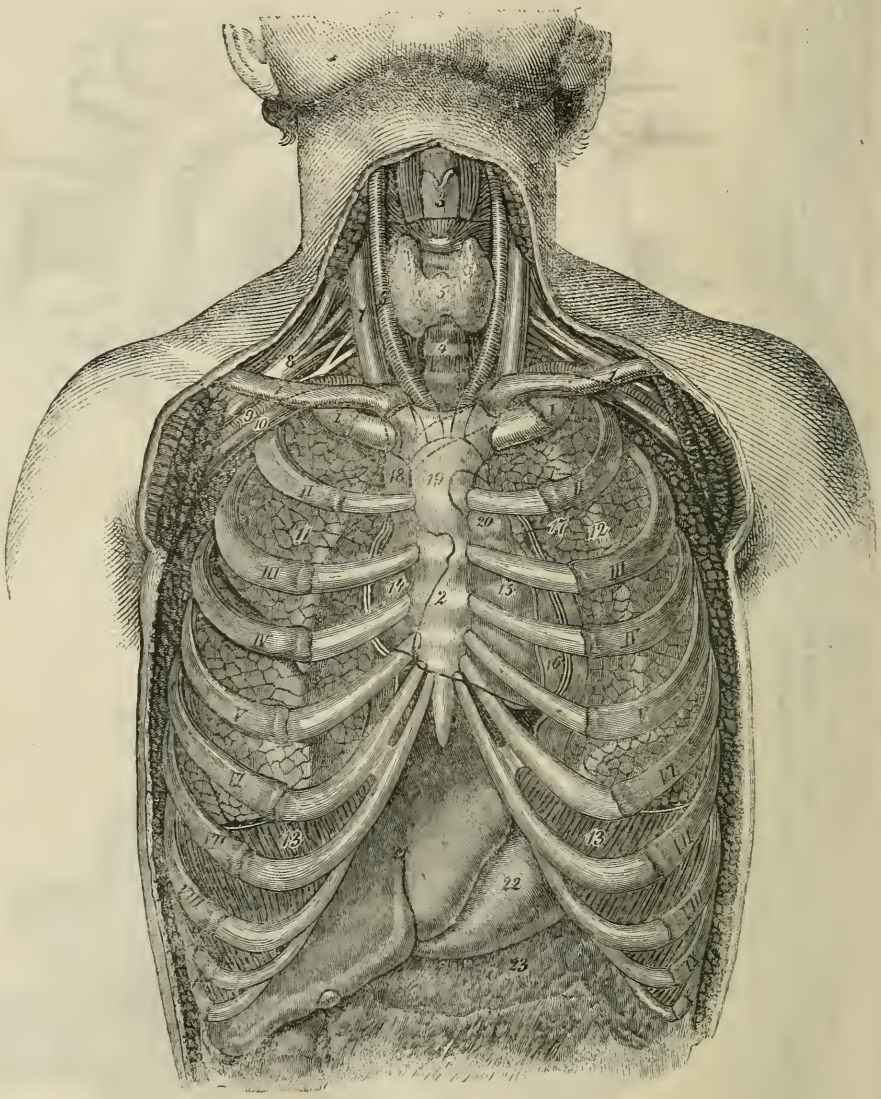


Fig. 73. — *Rapports du cœur et de l'origine des gros vaisseaux avec les parois du thorax* *.

* I à X) Côtes. — 1) Clavicule. — 2) Sternum. — 3) Larynx. — 4) Trachée. — 5) Corps thyroïde. — 6) Carotide primitive. — 7) Veine jugulaire interne. — 8) Plexus brachial. — 9) Artère sous-clavière. — 10) Veine sous-clavière. — 11) Poumon droit. — 12) Poumon gauche. — 13) Diaphragme. — 14) Oreillette droite. — 15) Ventricule droit. — 16) Ventricule gauche. — 17) Oreillette gauche. — 18) Veine cave supérieure. — 19) Artère aorte. — 20) Artère pulmonaire. — 21) Foie. — 22) Estomac. — 23) Portion transverse du gros intestin.

vaisseaux auxquels il est suspendu par le péricarde, sac fibro-séreux dont il est entouré et qui est fixé par sa base au diaphragme, et par la plèvre, membrane qui enveloppe les poumons et le recouvre latéralement.

La longueur du cœur est de 10 centimètres environ; sa largeur de 11 centimètres, son épaisseur de 5 centimètres. Son poids moyen varie de 250 à 300 grammes. Sa forme est celle d'un cône renversé, dont la pointe se trouve à peu près au niveau du mamelon gauche, c'est-à-dire à la hauteur de la cinquième côte.

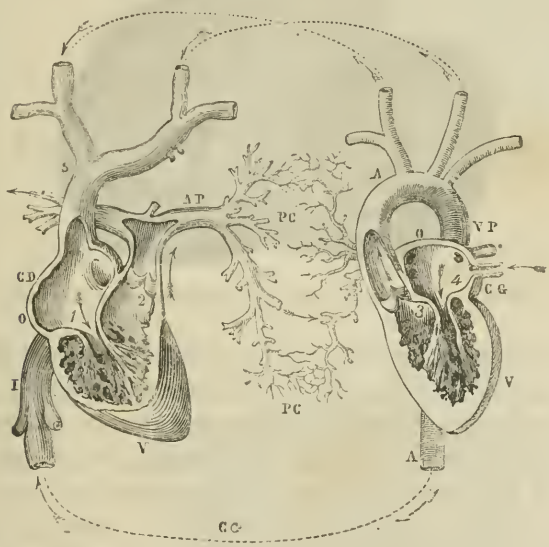


Fig. 74. — *Cœur séparé en ses deux moitiés, ouvertes chacune pour montrer les orifices auriculo-ventriculaires et les valvules* *.

Chaque moitié du cœur contient deux cavités : une supérieure,

* C D. Cœur droit. — C G. Cœur gauche. — P C. Poumons. — O, O. Oreillettes. — V, V. Ventricules. — A. Aorte. — A P. Artère pulmonaire. — V P. Veines pulmonaires. — S. Veine cave supérieure. — I. Veine cave inférieure. — Les flèches indiquent le trajet suivi par le sang. — Le sang veineux, amené de toutes les parties du corps à l'oreillette du cœur droit C D par les veines caves S, I, passe ensuite dans le ventricule droit, dont les contractions le chassent dans l'artère pulmonaire A P, qui le conduit aux poumons P C; après s'y être transformé en sang artériel, il se rend dans l'oreillette du cœur gauche C G par les veines pulmonaires V P et de là dans le ventricule gauche, qui le lance dans l'aorte A, dont les branches le distribuent à tous les tissus. Après avoir perdu à leur contact ses propriétés vivifiantes, il revient de nouveau au cœur droit par les veines, pour recommencer indéfiniment le même trajet.

nommée *oreillette*, dans laquelle se jettent les veines*, une inférieure, nommée *ventricule*, d'où naissent les artères **. L'oreillette et le ventricule communiquent par une ouverture, *orifice auriculo-ventriculaire*, fermée par une soupape nommée *valvule*. La valvule qui ferme l'orifice auriculo-ventriculaire droit a reçu le nom de *valvule tricuspide* ***; celle qui ferme l'orifice auriculo-ventriculaire gauche, le nom de *valvule mitrale* ****. Ces valvules laissent passer le

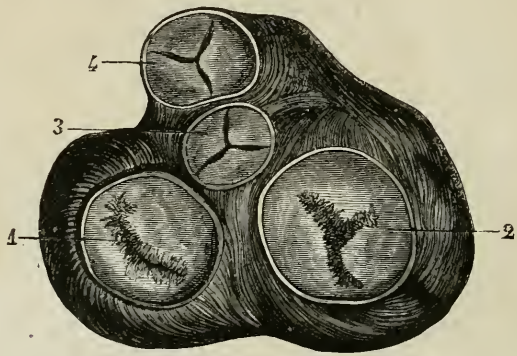


Fig. 75. — *Base des ventricules sur lesquels on voit les valvules* *.

sang de l'oreillette dans le ventricule, mais l'empêchent de remonter du ventricule dans l'oreillette. Ce sont des voiles membraneux qui s'insèrent sur le pourtour des orifices auriculo-ventriculaires. Leur face inférieure est recouverte de petits cordages tendineux qui vont s'attacher à des colonnes charnues existant sur les parois des ventricules et ont pour fonction d'empêcher la valvule de se renverser dans l'oreillette lorsqu'elle se ferme. Ces valvules constituent en réalité une sorte d'entonnoir dont la partie inférieure se resserre

* L'oreillette gauche reçoit l'embouchure des quatre veines pulmonaires; l'oreillette droite celle des deux veines caves et de la veine coronaire.

** Le ventricule droit présente l'orifice de l'artère pulmonaire; le ventricule gauche l'orifice de l'aorte.

*** *Tres*, trois; *cuspis*, pointe.

**** En raison de sa ressemblance avec une mitre d'évêque renversée.

* Fig. 75. — 1) Valvule mitrale fermant l'orifice auriculo-ventriculaire gauche. — 2) Valvule tricuspide fermant l'orifice auriculo-ventriculaire droit. — 3) Valvules sigmoïdes fermant l'artère aorte. — 4) Valvules sigmoïdes fermant l'orifice de l'artère pulmonaire.

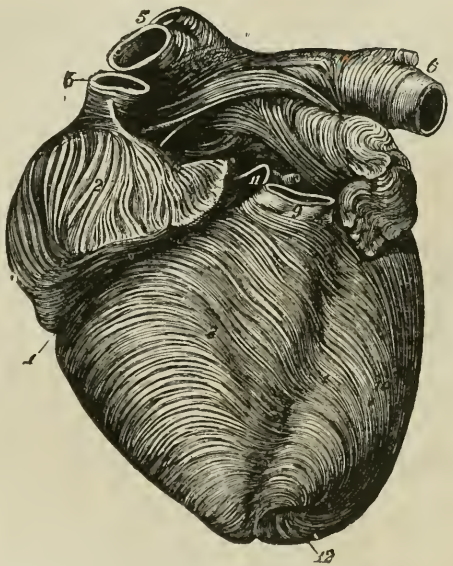


Fig. 76. — *Fibres musculaires de la face antérieure du cœur* *.

* 1) Sillon séparent l'oreillette du ventricule. — 2) Oreillette droite. — 3) Embouchure de la veine cave supérieure. — 4) Oreillette gauche. — 5) Veine pulmonaire droite. — 6) Veine pulmonaire gauche. — 7) Sillon séparant les deux ventricules. — 8) Ventricule droit. — 9) Artère pulmonaire. — 10) Ventricule gauche. — 11) Embouchure de l'aorte. — 12) Fibres musculaires de la pointe du cœur.

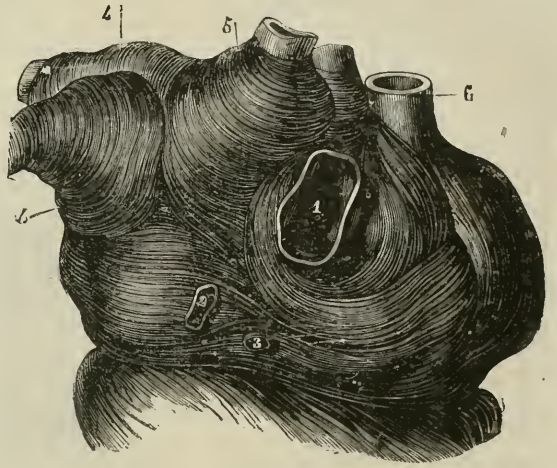


Fig. 77. — *Fibres musculaires de la face postérieure des oreillettes* *.

* 1) Orifice de la veine cave inférieure. — 2, 3) Veines coronaires pénétrant dans l'oreillette droite, pour aller s'ouvrir au-dessus de la veine cave supérieure. — 4, 4') Veines pulmonaires gauches. — 5) Veines pulmonaires droites. — 6) Veine cave supérieure.

et se ferme lorsque la contraction des ventricules comprime le liquide qu'ils contiennent sur leur surface.

Les orifices qui font communiquer le ventricule droit avec l'artère pulmonaire et le ventricule gauche avec l'aorte sont également fermés par des valvules, *valvules sigmoïdes* ou *semi-lunaires*, qui livrent passage au sang quand il se rend aux artères, mais l'empêchent de refluer dans les ventricules. Elles sont formées par trois petits replis qui, en s'adossant, obstruent complétement l'ouverture des vaisseaux.

A l'exception de la veine cave inférieure et de la veine coronaire, l'ouverture des veines dans les oreillettes n'est point munie de valvules.

Le cœur est composé de fibres musculaires analogues aux muscles des membres. Elles s'insèrent sur des anneaux fibreux qui se trouvent aux orifices des ventricules.

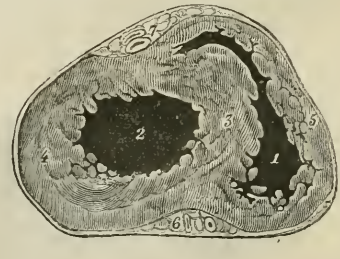


Fig. 78. — *Coupe horizontale du cœur au milieu des ventricules* *.

Les parois du ventricule gauche sont beaucoup plus épaisses que celles du ventricule droit. Elles ont aussi, comme nous le verrons dans un prochain chapitre, à effectuer un travail beaucoup plus considérable que ces dernières. Les oreillettes, qui ont un travail encore moindre à remplir, sont beaucoup moins épaisses et moins volumineuses que les ventricules.

Le cœur reçoit pour sa nutrition deux petites artères, nées de l'origine de l'aorte, nommées artères *coronaires* ou *cardiaques*, qui

* 1) Cavité du ventricule droit. — 2) Cavité du ventricule gauche. — 3) Cloison. — 4) Parois du ventricule gauche (elles sont plus épaisses que celles du ventricule droit). — 5) Parois du ventricule droit. — 6, 7) Masse graisseuse dans laquelle on voit la coupe des vaisseaux coronaires.

se distribuent à ses parois et se continuent avec des veines du même nom s'ouvrant dans l'oreillette droite.

Le cœur reçoit également des nerfs, dont l'origine a été longtemps ignorée; on sait aujourd'hui que les filets nerveux de cet organe sont fournis par le pneumogastrique et le grand sympathique. Ils se réunissent au-dessous de la crosse de l'aorte pour former un ganglion, *ganglion de Wrisberg*, d'où partent des rameaux très-fins qui pénètrent dans le cœur et dont nous aurons à examiner plus loin les fonctions.

Malgré les nerfs qu'il contient, le cœur est, à l'état normal, un organe parfaitement insensible. On peut le comprimer, le piquer, sans provoquer aucune douleur. Cette insensibilité, fréquemment observée sur les animaux par les physiologistes, a été également

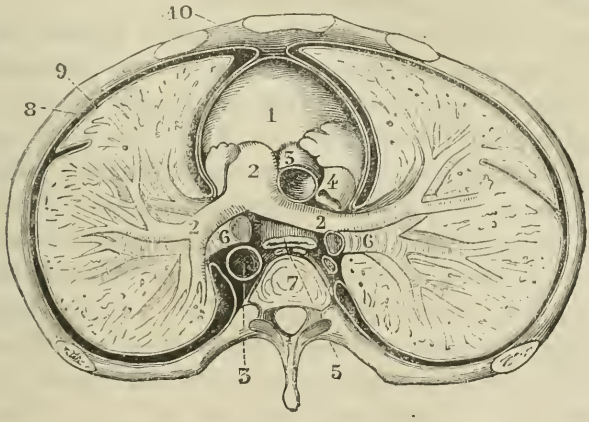


Fig. 79. — *Coupe horizontale de la poitrine* *.

constatée sur l'homme par l'illustre auteur de la découverte de la circulation, Harvey. Ce célèbre médecin, ayant eu occasion d'examiner un seigneur de la cour du roi Charles Ier, qui avait reçu dans sa jeunesse une blessure telle que le cœur était resté à nu et qu'il avait fallu le protéger en recouvrant la poitrine d'une

* 1) Cœur enveloppé de son péricarde. — 2, 2, 2) Artère pulmonaire et ses branches se dirigeant vers les poumons. — 3, 3) Aorte coupée. — 4) Veine cave supérieure. — 5) Œsophage. — 6, 6) Bronches. — 7) Troisième vertèbre dorsale. — 8, 9) Plèvre (on a figuré une ligne noire entre les deux feuillets de cette membrane). — 10) Péricarde.

plaque de plomb, reconnut qu'on pouvait pincer et comprimer cet organe sans produire la moindre douleur.

Les cavités du cœur sont tapissées par une membrane mince, nommée *endocarde*, qui se continue avec la membrane interne des artères et des veines et dont les replis constituent les valvules.

Le cœur est enveloppé par une poche, le *péricarde*, qui se compose d'une lame fibreuse tapissée par une membrane séreuse. La lame fibreuse est fixée inférieurement au diaphragme; elle se prolonge supérieurement sur les vaisseaux et se confond bientôt avec leur tunique externe. La membrane séreuse est constituée, comme toutes les séreuses, par un sac aplati sans ouverture. Un des feuillets de ce sac adhère intimement à l'enveloppe fibreuse, l'autre au cœur. C'est entre ces deux feuillets que se font les épanchements liquides dans l'affection nommée *péricardite*.

Dans toute la série animale, le cœur est le premier organe où apparaissent les manifestations de la vie; il est également le dernier chez lequel elles s'arrêtent. Dans l'œuf de poule, il se montre 26 à 30 heures après l'incubation, sous forme d'un petit point dans lequel se produisent bientôt des battements, premiers indices de la vie à son aurore. Son activité devient promptement assez grande pour qu'il puisse distribuer aux organes qui vont naître les éléments dont ils seront formés, éléments empruntés par l'intermédiaire des vaisseaux, soit au contenu de l'œuf lui-même, s'il s'agit des oiseaux, soit au sang de la mère, s'il s'agit des mammifères. Quand, sous l'influence de l'âge, des maladies ou de diverses causes, les autres organes cessent de fonctionner, et alors que la vie ne se traduit plus que par de fugitives lueurs, le cœur lutte encore; son premier battement était l'indice certain de la vie, son dernier sera le signe fatal de la mort.

§ 2.

ARTÈRES.

Les artères sont des vaisseaux contractiles qui distribuent le sang à toutes les parties du corps.

Leurs parois sont constituées par trois tuniques superposées : une *externe* ou *cellulaire*, formée de fibres entre-croisées de tissu con-

jonctif et élastique; une *moyenne*, composée de fibres élastiques et de fibres musculaires circulaires abondantes, une *interne*, très-mince, formée de fibres élastiques et de cellules épithéliales imbriquées.

La tunique externe des artères est la plus résistante; elle est la seule qui ne se brise pas quand on passe une ligature autour de ces vaisseaux. Lorsque, par une cause quelconque, les autres tuniques sont détruites, elle résiste encore; mais, comme elle est très-extensible, elle se dilate sous la pression sanguine et forme une tumeur à laquelle on a donné le nom d'*anévrysme*.

La tunique moyenne est bien plus épaisse que la tunique externe, et cependant elle est beaucoup plus fragile. C'est elle qui donne aux artères leur élasticité et leur contractilité.

Sous l'influence de diverses causes, telles que le froid, l'administration de substances hémostatiques, comme le perchlorure de fer, l'ergotine etc., les artères se contractent avec force. On comprend par là l'utilité, dans les cas d'hémorrhagie, de l'eau froide et des substances que nous venons de mentionner.

Pendant les amputations, l'air froid détermine souvent la contraction de petits vaisseaux, qui alors ne donnent pas de sang et échappent à l'action du chirurgien quand il panse la plaie. Le pansement terminé et le malade remis dans son lit, la contraction disparaît sous l'influence de la chaleur, et une hémorrhagie se produit quelquefois.

Les artères reçoivent de petits vaisseaux nourriciers nommés *vasa vasorum*, qui se ramifient à leur surface et pénètrent dans l'épaisseur de leurs parois. Elles reçoivent également un grand nombre de filets nerveux nommés *vaso-moteurs*, branches du grand sympathique qui président à la contraction de leurs fibres musculaires.

La physiologie moderne a prouvé que les nerfs vaso-moteurs, dont, il y a quelques années à peine, on ignorait encore les fonctions, ont sur la circulation au moins autant d'influence que le cœur. Nous aurons à examiner leur rôle en traitant du mécanisme de la circulation.

Les diverses artères communiquent fréquemment entre elles. Ces anastomoses permettent l'arrivée du sang dans un membre par des voies détournées, lorsque le trajet naturel est interrompu, ce qui

arrive à la suite d'une ligature, par exemple. Si les artères ne communiquaient pas entre elles, les membres qu'elles nourrissent seraient rapidement frappés de mort lorsque le cours du sang s'y trouverait suspendu.

Les artères sont habituellement logées dans l'interstice des muscles et dans les parties les plus profondes des organes. On ne trouve pas d'artères importantes directement sous la peau ; les plus superficielles sont au moins protégées par les aponévroses qui recouvrent les muscles. Quand on est à la recherche de ces vaisseaux dans une opération chirurgicale, on trouve d'abord les nerfs, puis les veines, et enfin les artères.

Le calibre des artères diminue graduellement à mesure qu'elles s'éloignent du cœur; elles se divisent de plus en plus, et finissent par un réseau de vaisseaux excessivement fins, auxquels on a donné le nom de *capillaires*, en raison de leur ténuité, que l'on comparait à celle d'un cheveu; mais, en réalité, cette comparaison est inexacte, car ils sont infiniment plus fins. Les plus gros capillaires n'ont, en effet, que 1 centième de millimètre de diamètre.

Les capillaires des artères se continuent sans interruption avec les capillaires des veines; de cette façon, le sang se trouve dans un système de canaux sans issue; il n'est donc pas épanché dans la trame des organes, comme on le supposait autrefois. Si, en piquant la peau en un point quelconque, on fait toujours sortir du sang, cela tient à ce que les capillaires sont excessivement nombreux et que, relativement à leur petit diamètre, la pointe de l'aiguille a une dimension considérable.

Les capillaires entourent de leurs mailles nombreuses les éléments des organes. C'est à travers leurs parois que se fait l'échange entre les matériaux usés et les matériaux nouveaux apportés par le sang. Ils sont également le siége des phénomènes d'absorption et de calorification. La vitalité des tissus est d'autant plus considérable qu'ils contiennent un plus grand nombre de ces vaisseaux; mais aussi ceux qui en renferment le plus, tels que les poumons par exemple, sont les plus prédisposés aux congestions et aux inflammations.

A mesure que les artères diminuent de volume, elles perdent

successivement leur tunique externe et leur tunique moyenne. Les capillaires n'ont plus que la tunique interne, dont la structure est légèrement modifiée.

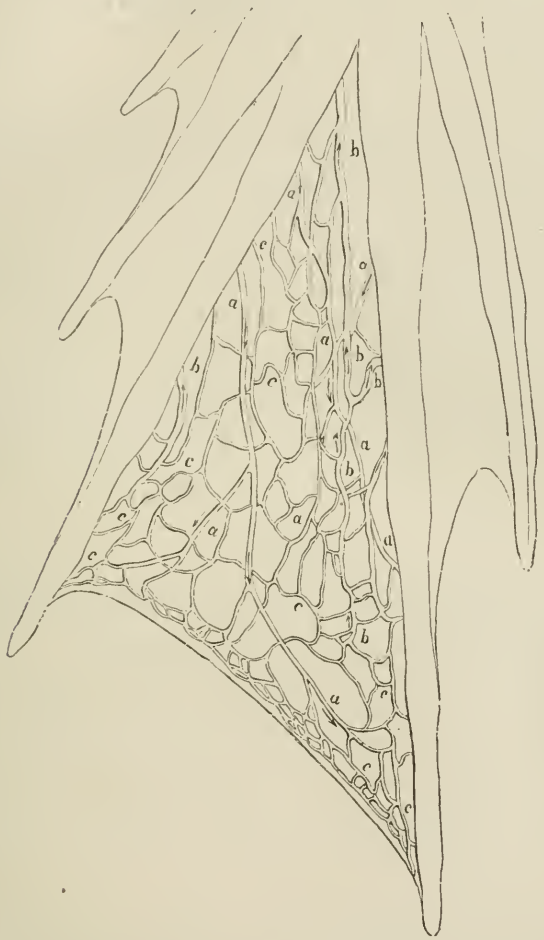


Fig. 80. — *Vaisseaux capillaires de la membrane natatoire de la patte d'une grenouille, considérablement grossis* *.
(Les flèches indiquent la direction du sang.)

Le calibre total des divisions des artères et des capillaires réunis

* *a*) Capillaires veineux. — *b*) Capillaires artériels. — c) Membrane natatoire.

est bien supérieur au calibre de l'aorte, origine de tous les vaisseaux qui charrient du sang artériel. On a comparé avec raison l'ensemble des artères à un cône dont l'aorte serait le sommet. Il en résulte que le sang va toujours d'un espace plus étroit dans un espace plus large, et, par suite, que la circulation se ralentit graduellement jusqu'aux extrémités.

Toutes les artères du corps proviennent de deux troncs, l'*artère pulmonaire* et l'*artère aorte*. La première, née du ventricule droit, porte le sang veineux aux poumons; la seconde, partie du ventricule gauche, envoie le sang artériel à tous les organes.

Nous donnons plus loin une série de gravures représentant la circulation dans les principales régions*. La fig. 81 montre l'ensemble de l'appareil circulatoire. On voit les branches artérielles nées de l'aorte se distribuer à toutes les parties du corps. Les figures suivantes, toutes dessinées d'après nature, montrent avec une très-grande exactitude les vaisseaux des principales régions**.

§ 3.

VEINES.

Les veines sont des canaux dont la fonction est de ramener au cœur le sang qui a servi à l'entretien des organes.

Elles naissent des capillaires par des radicules qui se réunissent en troncs de plus en plus volumineux. Finalement toutes les veines, celles qui ramènent le sang des poumons exceptées, se jettent dans deux troncs : la *veine cave supérieure* et la *veine cave inférieure*, qui débouchent dans l'oreillette droite. Le sang venu des poumons se jette dans l'oreillette gauche par les veines pulmonaires.

Les veines suivent généralement le trajet des artères, qu'elles accompagnent branche à branche, rameau à rameau. On connaît

* Les figures 82, 83, 84, 91 ont été dessinées à Tübingen, sous la direction de M. le professeur Luschka; la plupart des autres figures, représentant les vaisseaux, ont été faites à l'École pratique de Paris, sur des préparations de M. le docteur Fort.

** Les vaisseaux de certaines parties, telles que les dents, l'estomac, le cerveau, l'œil, etc. sont figurés dans les chapitres où sont étudiés ces organes.

la direction de la plupart des veines lorsqu'on connaît celle des artères.

Aux membres, on rencontre deux veines pour une seule artère; elles sont situées de chaque côté de l'artère qu'elles enlacent de leurs branches.

A la tête et au tronc, il n'y a qu'une veine par artère.

Outre les veines profondes qui accompagnent les artères, il existe des veines superficielles placées dans le tissu cellulaire sous-cutané, où elles forment ces lignes bleuâtres que l'on aperçoit à la surface de la peau. Le sang s'y réfugie quand, par une cause quelconque, les contractions musculaires par exemple, la circulation dans les veines profondes se touve gênée. Ce sont elles qu'on ouvre dans la saignée.

Les veines sont composées de trois tuniques comme les artères; mais leur tunique moyenne est moins riche en fibres musculaires et élastiques; aussi leur élasticité est-elle beaucoup moindre que celle des vaisseaux artériels. Leur tunique interne contient des filets nerveux vaso-moteurs comme les artères, mais en moins grand nombre.

Le peu d'élasticité des veines fait qu'au lieu de rester béantes comme celles des artères, après leur section, leurs parois s'aplatissent. Au cou et au thorax les veines ne s'affaissent pas sur elles-mêmes après avoir été coupées; mais cette particularité tient à ce que dans ces régions elles adhèrent par leurs contours à des aponévroses tendues sur des surfaces osseuses voisines. Tel est le cas de la veine cave inférieure, par exemple, qui adhère à l'anneau du diaphragme. Si la nature n'avait pas pris cette précaution, la circulation dans les vaisseaux voisins de la poitrine eût été fort difficile, parce qu'ils se seraient aplatis lorsque le vide se fait dans le thorax pendant l'inspiration. Chacun sait, en effet, que les tubes dépressibles, pleins d'air ou de liquide, dans lesquels on fait le vide, s'aplatissent sous l'influence de la pression atmosphérique.

Cette disposition des veines du thorax et du cou rend leur ouverture très-dangereuse; le vide qui se produit dans la poitrine pendant l'inspiration y fait alors pénétrer de l'air, et les bulles gazeuses mélangées au sang empêchant ce dernier de traverser les

capillaires des poumons, le malade est immédiatement asphyxié. Ainsi s'expliquent ces morts foudroyantes survenues brusquement pendant des opérations pratiquées dans la région du cou et dont on ne pouvait autrefois expliquer la cause.

Par suite de leur peu de contractilité, les veines se dilatent très-facilement ; il suffit de laisser la main baissée quelque temps pour voir les veines se gonfler; si on la relève au-dessus de la tête, le gonflement disparaît immédiatement. Lorsque les veines ont été distendues pendant longtemps, elles ne reviennent plus sur elles-mêmes et constituent les dilatations qui prennent le nom de *varices* lorsqu'elles siégent aux membres, et d'*hémorrhoïdes* lorsqu'elles se trouvent au rectum. Les varices sont très-communes chez les individus qui restent longtemps debout sans marcher, les compositeurs d'imprimerie par exemple; leur production est favorisée par l'application de liens autour des jambes, tels que les jarretières, gênant le cours du sang. La marche même prolongée pendant une durée beaucoup plus considérable que ne le serait la station ne produit pas la dilatation des veines, parce que les contractions musculaires favorisent la circulation veineuse.

La plupart des veines contiennent dans leur intérieur de petites valvules très-rapprochées qui laissent le sang se diriger vers le cœur, mais qui se ferment par la pression même du liquide et obturent la lumière des vaisseaux lorsque le sang veut revenir en arrière. C'est l'étude attentive de ces valvules qui mit Harvey sur la voie de la découverte de la circulation.

Sur les cadavres, les veines sont remplies de sang, tandis que les artères sont vides; ce phénomène tient à ce que le sang a été chassé dans les veines par les contractions des artères. Les anciens, trouvant toujours les artères vides, crurent qu'elles contenaient de l'air pendant la vie et c'est à cette erreur anatomique qu'est dû le nom * qu'elles conservent encore.

Quand on connaît bien les usages des artères et des veines, il est facile de distinguer les hémorrhagies de ces vaisseaux. Dans les hémorrhagies artérielles, en effet, le sang s'écoule par jets et s'ar-

* Le mot artère est formé des deux mots grecs ἀήρ, air et τηρεῖν, conserver.

rète, si on comprime l'artère entre le cœur et la plaie, parce qu'alors le sang ne peut plus arriver à cette dernière. Dans les hémorrhagies veineuses, au contraire, le sang s'écoule d'une façon continue et ne s'arrête que lorsqu'on comprime les vaisseaux entre la plaie et l'extrémité du membre; ce qui se comprend facilement, puisque le sang veineux va des membres vers le cœur, et non du cœur vers les membres. Dans les plaies artérielles des extrémités des membres, l'hémorrhagie ne s'arrête pas toujours par la compression de la partie supérieure du vaisseau, à cause des anastomoses qui le font communiquer avec sa partie inférieure; elle ne cesse alors que par la compression simultanée des deux bouts divisés.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la plupart des veines accompagnent les artères et portent le même nom. Les plus importantes d'entre elles sont représentées, ainsi que les artères, dans les figures suivantes.

CIRCULATION DANS LES PRINCIPAUX ORGANES.

FIG. 81. — VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE.

* A. **Cœur.**

B. **Artère pulmonaire.**

C. **Artère aorte** (origine de toutes les artères qui portent le sang artériel aux organes).

D, D. **Artères et veines sous-clavières.**

E. **Carotide primitive droite** (on voit en dehors la veine jugulaire interne, qui se réunit à la veine sous-clavière pour former le tronc veineux brachio-céphalique).

F, F. **Artère carotide primitive gauche et artère faciale.**

G. **Artère vertébrale.**

H. **Artère et veine humérales** (la veine a été coupée au niveau du pli du coude).

I. **Artère cubitale.**

J. **Artère radiale.**

M. **Artère cœliaque.**

K. **Artère aorte.**

L, N, N. **Artères et veines rénales.**

O, O. **Artères intercostales.**

P, P. **Artères iliaques.**

Q, Q. **Artère et veine fémorales.**

R. **Artère tibiale antérieure.**

S. **Artère tibiale postérieure.**

T. **Artère péronière.**

U, U. **Veine saphène interne.**

V. **Veine cave inférieure.**

X. **Veine cérébrale.**

Y. **Veine cave supérieure.**

Z. **Oreillette droite,** dans laquelle se jette le sang veineux venu de toutes les parties du corps par les veines caves V et Y.

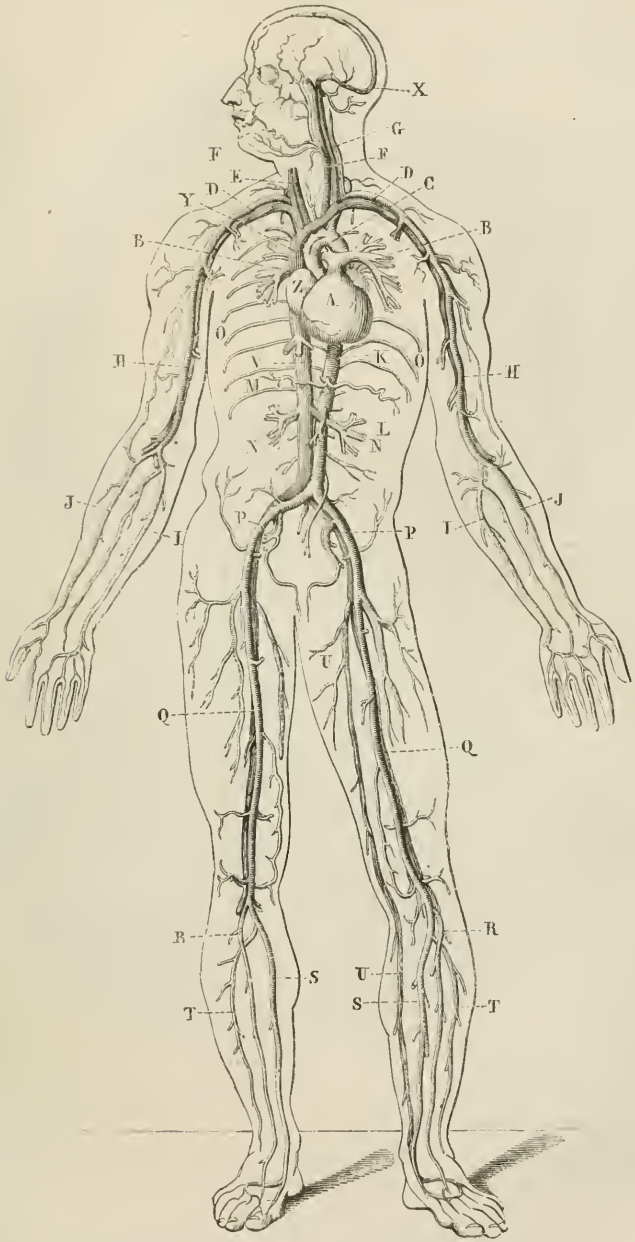
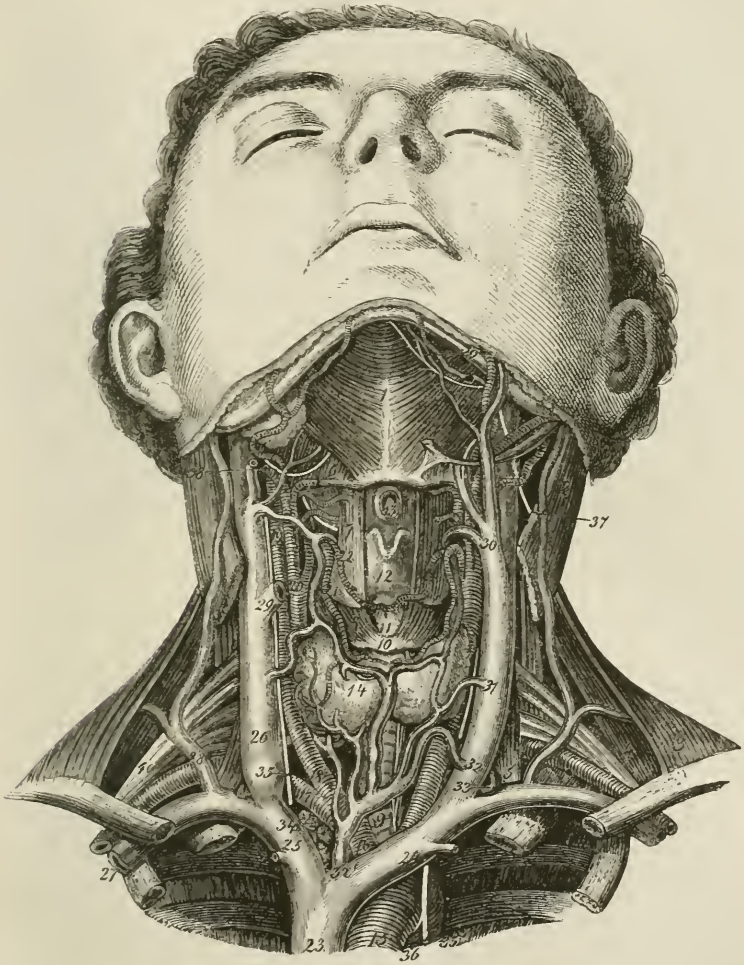


Fig. 81. — *Vue d'ensemble de l'appareil circulatoire*.*

FIG 82. — VAISSEAUX DE LA RÉGION ANTÉRIEURE DU COU.

* 1) **Muscle mylo-hyoïdien.**
2) **Muscle sterno-cléido-mastoïdien.**
3) **Muscle trapèze.**
4) **Muscle angulaire de l'omoplate.**
5) **Muscle scalène antérieur.**
6) **Muscle hypoglosse.**
7) **Muscle thyro-hyoïdien.**
8) **Muscle crico-thyroïdien.**
9) **Trachée.**
10) **Cartilage cricoïde.**
11) **Membrane crico-thyroïdienne.**
12) **Cartilage thyroïde.**
13) **Membrane hyo-thyroïdienne** et bourse séreuse qui la recouvre.
14) **Corps thyroïde.**
15) **Crosse de l'aorte.** Née du ventricule droit (voy. fig. 70 et 71), l'aorte décrit une courbure nommée *crosse*, limitée inférieurement par la bronche gauche, au niveau de laquelle elle prend le nom d'*aorte thoracique*. Elle est en rapport: à droite avec la veine cave supérieure; à gauche avec l'artère pulmonaire; en arrière avec la trachée, l'œsophage, la colonne vertébrale et le commencement de la bronche gauche; en avant avec la plèvre gauche, qui la sépare du poumon. Son point culminant est à deux centimètres en arrière de la fourchette du sternum.
16) **Tronc brachio-céphalique artériel.** Né de la portion la plus élevée de la crosse de l'aorte, il s'étend jusqu'au niveau de la fourchette sternale, où il se divise en artères sous-clavière 17 et en carotide primitive 18. Il est en rapport avec la trachée en arrière, avec le sternum et le tronc veineux brachio-céphalique en avant, avec le sommet du poumon en dehors, avec l'origine de la carotide primitive gauche en dedans.
17) **Artère sous-clavière** (voy. fig. 84).
18) **Artère carotide primitive droite.** Née du tronc brachio-céphalique artériel, elle monte le long des parties latérales du cou à côté du larynx et de la trachée, et se divise au niveau du bord supérieur du cartilage thyroïde en carotide interne 19 et carotide externe 20. Elle est en rapport avec la trachée, le larynx, l'œsophage et le corps thyroïde en dedans, la jugulaire interne 26 et le pneumogastrique 35 en dehors. Elle est croisée en avant par le sterno-mastoïdien, son satellite (coupé à son origine supérieure sur le dessin), et le peaucier, qui la sépare de la peau. Elle est en rapport en arrière avec les apophyses transverses des premières vertèbres, dont elle est séparée par les muscles prévertébraux Sa direction est celle d'une ligne qui partirait du bord antérieur de l'apophyse mastoïde et aboutirait à deux centimètres de l'extrémité sternale la clavicule.
19) **Carotide interne** (voy. fig. 84).
30) **Carotide externe** (voy. fig. 84).
21) **Artère thyroïdienne supérieure,** branche de la carotide externe.
22) **Artère laryngée inférieure,** branche de la précédente.
23) **Veine cave supérieure** (voy. fig. 84).
24 et 25) **Troncs brachio-céphaliques veineux droit et gauche** (voy. fig. 84).
26) **Veine jugulaire interne** (voy. fig. 84).
27) **Veine sous-clavière.**
28) **Veine jugulaire externe** (voy. fig. 84).
29) **Veine faciale.**
30, 31, 32) **Veines thyroïdiennes supérieure, moyenne et inférieure.**
33) **Canal thoracique** se jetant dans la veine sous-clavière gauche.
34) **Ganglions lymphatiques.**
35) **Nerf pneumogastrique.**
36) **Nerf récurrent** ou **laryngé inférieur.**
37) **Nerf spinal.**
38) **Nerf hypoglosse.**
39) **Nerf mylo-hyoïdien.**



* Fig. 82. — *Vaisseaux de la région antérieure du cœur.*

(La tête a été renversée en arrière et une partie des muscles du cou ainsi que la paroi antérieure de la poitrine ont été enlevées.)

FIG. 83. — VEINES DU COU.

* *a*) **Veine jugulaire externe.** Formée par la réunion des veines temporale et faciale, elle s'étend de l'angle de la mâchoire à la partie moyenne de la clavicule, derrière laquelle elle se jette dans la veine sous-clavière. Elle croise obliquement le sterno-mastoïdien et n'est recouverte que par le peaucier et la peau. — *b*) **Veine temporale superficielle,** une des branches d'origine de la jugulaire externe. — c) **Veine auriculaire postérieure.** — *d*) **Rameau faisant communiquer les veines faciale et temporale.** — *f*, c) **Veine faciale** ou **maxillaire externe.** Elle s'étend diagonalement de la région frontale, où elle prend le nom de *veine frontale* ou *préparate*, à la jugulaire interne. — *g*) **Veine scapulaire,** branche de la jugulaire externe. — *hk*) **Veine jugulaire antérieure.** Elle se porte de la partie médiane du cou à la jugulaire externe ou à la sous-clavière. — *i*) **Rameau faisant communiquer les veines faciale et jugulaire antérieure.** — *l*) **Branche transversale** faisant communiquer les deux jugulaires antérieures. — *m*) **Veine cervicale profonde.** Elle se jette dans la veine vertébrale. — *n*) **Veine mastoïdienne.** Elle se jette dans la veine occipitale et fait communiquer les veines de l'intérieur du crâne avec celles de l'extérieur. — *o*) **Veine jugulaire interne.** Elle reçoit le sang du cerveau et d'une grande partie de la face et du cou. Étendue du trou déchiré postérieur au tronc brachio-céphalique, qu'elle constitue en s'unissant à la sous-clavière, elle est placée sur les parties latérales du cou et offre les rapports des carotides interne et primitive, en dehors et en arrière desquelles elle est située. — *p*) **Veine thyroïdienne supérieure.** — *q*) **Veine thyroïdienne moyenne.** — *r*) **Rameau externe du nerf spinal.** — *s*) **Plexus** formé par une branche du grand hypoglosse et une branche du plexus cervical.

FIG. 84. — ARTÈRES DU COU.

** 1) **Amygdale.** — 2) **Buccinateur.** — 3) **Releveur de la lèvre supérieure.** — 4) **Triangulaire des lèvres.** — 5) **Carré du menton.** — 6) **Mylo-hyoïdien.** — 7) **Thyro-hyoïdien.** — 8) **Crico-thyroïdien.** — 9) **Scalène antérieure.** — 10) **Tronc brachio-céphalique artériel** (voy. fig. 82). — 11) **Carotide primitive droite** (voy. fig. 82). — 12) **Carotide interne.** Branche de bifurcation de la carotide primitive, elle côtoie la carotide externe jusqu'au niveau du digastrique, puis gagne la base du crâne, où elle pénètre par le canal carotidien et se distribue à la partie antérieure du cerveau, à l'œil et à ses dépendances. La carotide interne est en rapport en avant avec les muscles styliens, en arrière avec la colonne vertébrale, dont elle est séparée par les muscles prévertébraux, en dedans avec le pharynx et quelquefois avec l'amygdale, en dehors avec la jugulaire interne et le pneumogastrique. — 13) **Carotide externe,** branche de bifurcation de la carotide primitive. Elle s'étend du bord supérieur du cartilage thyroïde au niveau du condyle de la mâchoire inférieure, où elle se divise en **temporale superficielle,** qui se distribue à la surface du crâne, et en **maxillaire interne,** qui se distribue aux fosses nasales, aux dents, aux oreilles et aux os du crâne. La carotide externe passe entre le pharynx et les muscles stylo-hyoïdien et digastrique. Elle est placée en dedans de la carotide interne à son origine, puis elle se place en dehors. En haut elle traverse la parotide. — 14) **Artère thyroïdienne supérieure,** branche de la précédente. — 15 et 16) **Artères laryngées supérieure et inférieure,** branches de la thyroïdienne. — 17) **Artère linguale,** branche de la carotide externe. — 18) **Artère faciale,** branche de la carotide externe. — 19) **Artère ptérygo-palatine,** branche de la maxillaire interne. — 20) **Artère temporale superficielle,** une des branches de bifurcation de la carotide externe. — 21) **Artère auriculaire postérieure,** branche de la carotide externe. — 22) **Artère occipitale,** branche de la carotide externe. — 23) **Rameau méningé de l'occipitale.** — 24) **Artère sous-clavière.** Née de la crosse de l'aorte à gauche et du tronc brachio-céphalique à droite, elle s'engage entre les scalènes et décrit une courbe dont la concavité embrasse le sommet du poumon et la première côte, et passe sous la clavicule, au niveau de laquelle elle prend le nom d'*artère axillaire*. La veine sous-clavière et la clavicule se trouvent en avant, le poumon en arrière. — 25 et 26) **Troncs brachio-céphaliques** veineux droit et gauche. Ils sont formés par la réunion des veines jugulaire interne et sous-clavière. Le tronc gauche est en rapport en avant avec la clavicule gauche et le sternum, en arrière avec la crosse de l'aorte et les trois vaisseaux qui en partent. Le tronc droit est en rapport en avant avec l'articulation sterno-claviculaire, et en arrière avec le tronc brachio-céphalique artériel, qui le sépare du poumon. — Les deux troncs veineux brachio-céphaliques 25 et 26 forment par leur réunion la veine cave supérieure, qui porte à l'oreillette droite le sang de toute la partie supérieure du corps; elle est en rapport avec le poumon et la trachée en arrière, le sternum en avant, la crosse de l'aorte à gauche, le poumon droit à droite (voy. fig. 70 et 71). — 27) **Veine jugulaire interne** (voy. fig. 83). — 28) **Veine pharyngienne.** — 29) **Tronc commun** des veines pharyngienne, linguale, laryngée et thyroïdienne supérieure. — 30) **Veine thyroïdienne moyenne.** — 31) **Veine thyroïdienne inférieure.** — 32) **Veine cervicale profonde.** — 33 et 34) **Branches du trijumeau.** — 35) **Nerf hypoglosse.** — 36) **Nerf pneumogastrique.** — 37) **Nerf laryngé supérieur.** — 38) **Nerf facial.** — 39) **Rameau externe du nerf spinal.** — 40) **Plexus brachial.**

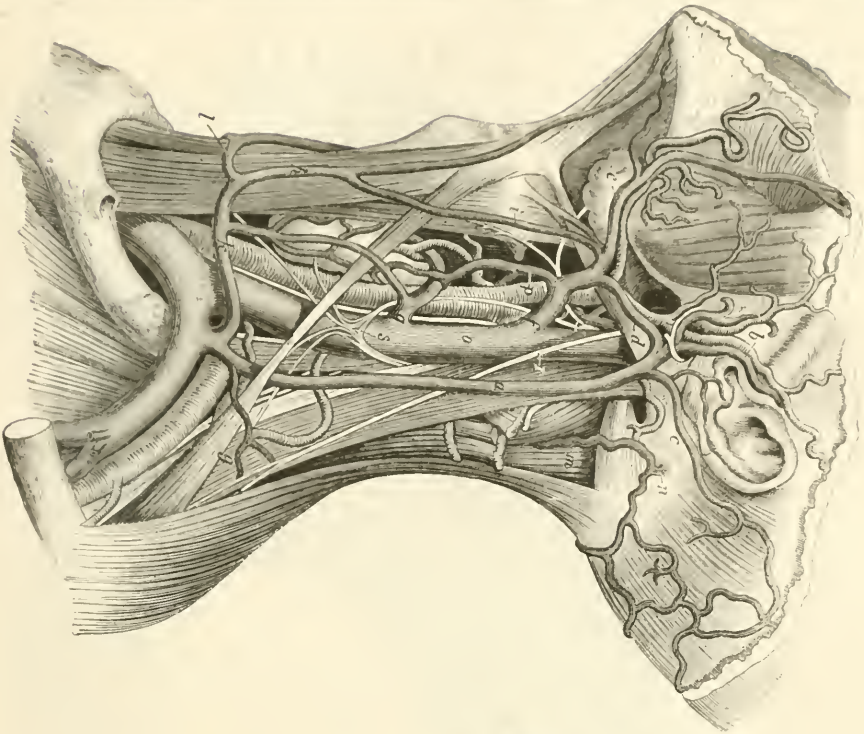


Fig. 83. — *Veines du cou*.*

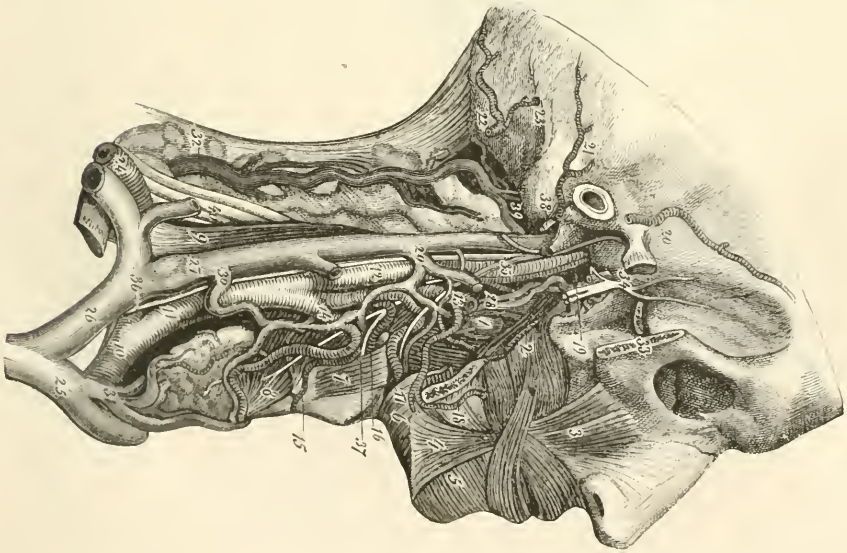


Fig. 84. — *Artères de la face et du cou**.*

(Une partie des rameaux veineux ainsi que plusieurs muscles et une portion du maxillaire inférieur ont été enlevés.)

FIG. 85. — ARTÈRES DE L'AISSELLE.

* 1) **Muscle grand pectoral.**

2) **Muscle petit pectoral.**

3) **Muscle grand dentelé.**

4) **Muscle grand dorsal.**

5) **Muscle sous-scapulaire.**

6) **Muscle grand rond.**

7) **Muscle deltoïde.**

8) **Muscle triceps.**

9) **Artère axillaire;** continuation de l'artère sous-clavière, elle s'étend du niveau de la clavicule au niveau du bord inférieur du tendon du grand pectoral. On peut sentir ses battements en la comprimant sur la tête de l'humérus avec le doigt introduit dans l'aisselle. Elle est placée sur le bord interne du muscle coraco-brachial et enlacée par les branches terminales du muscle brachial.

10) **Artère circonflexe,** branche de la précédente.

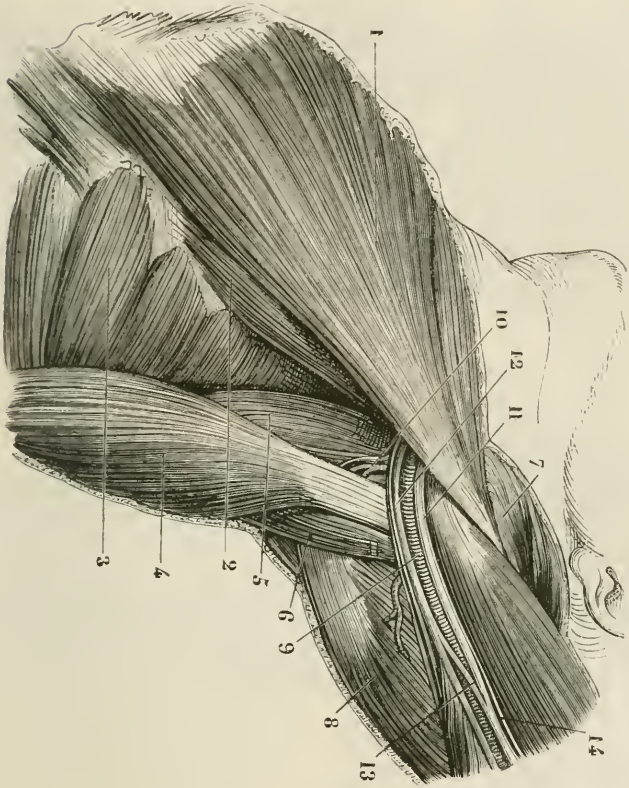
11, 12, 13, 14) **Branches terminales des nerfs du plexus brachial.**

FIG. 86. — ARTÈRES DU BRAS.

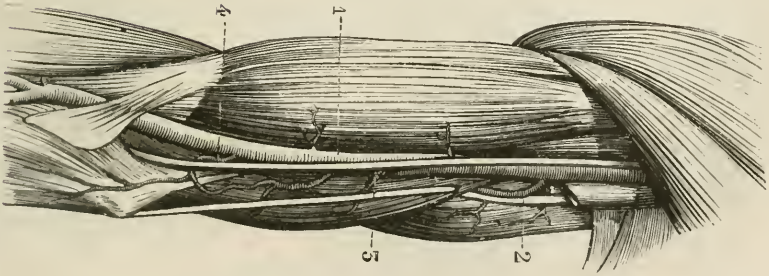
** 1) **Artère humérale,** continuation de l'artère axillaire. Au pli du coude, où elle se divise en artères radiale et cubitale. Elle longe en haut le bord interne du coraco-brachial et plus bas le bord interne du biceps; on voit ces muscles à sa droite sur le dessin; on voit également à sa partie supérieure une des deux veines humérales qui l'accompagnent, coupée. La ligne blanche qui croise l'artère humérale en avant est le nerf médian, qui l'accompagne dans son trajet. Au pli du coude l'expansion aponévrotique du biceps sépare l'artère humérale de la veine médiane basilique.

2) **Nerf cubital;** on voit deux portions du triceps au-dessous.

3, 4) **Branches de l'artère humérale.**



* Fig. 85. — *Artères de l'aisselle.*



** Fig. 86. — *Artères du bras.*

FIG. 87. — VAISSEAUX DU PLI DU COUDE.

* 1) **Veine médiane.**

2) **Veine cubitale.**

3) **Veine radiale.**

4) **Veine médiane basilique.** Elle croise à angle aigu l'artère humérale, dont elle n'est séparée que par l'expansion aponévrotique du biceps; en la piquant, on est exposé à ouvrir l'artère, c'est pourquoi, dans la saignée, on ouvre de préférence la veine médiane céphalique 5.

5) **Veine médiane céphalique.**

6) **Veine basilique.**

7) **Veine basilique.**

8) **Nerf brachial cutané interne.**

9) **Filets du nerf musculo-cutané.**

10) **Expansion aponévrotique du biceps.**

11) **Échancrure faite aux muscles biceps et brachial antérieur** pour laisser voir le nerf radial.

13) **Bord interne du biceps.**

14) **Nerf médian;** une partie de l'aponévrose qui le recouvre a été enlevée.

15) **Artère humérale.**

Il est facile de voir, en examinant la figure, que les veines du pli du coude ont la forme d'une M, dont l'angle du milieu se continuerait avec la veine médiane et les deux jambes avec les veines céphalique et basilique en haut, et les veines radiale et cubitale en bas.

FIG. 88. — ARTÈRES DE L'AVANT-BRAS.

) 1) **Artère humérale (voy. fig. 86).

2) **Artère cubitale.** Branche interne de bifurcation de l'humérale; elle s'étend du pli du coude à la paume de la main, où elle forme, en s'anastomosant avec une branche de la radiale, l'arcade palmaire superficielle (voy. fig. 89). Couchée sur le fléchisseur profond 11, l'artère cubitale est d'abord recouverte par les muscles qui s'insèrent à l'épitrochlée (rond pronateur, grand palmaire, fléchisseur superficiel) coupés sur le dessin, devient bientôt superficielle et se trouve en rapport en dedans avec le nerf cubital 7 et le tendon du cubital antérieur; en dehors avec le fléchisseur superficiel, dont la partie supérieure est coupée sur le dessin.

3) **Artère radiale.** Branche externe de bifurcation de l'humérale, elle s'étend du pli du coude à la paume de la main, où elle forme, en s'anastomosant avec une branche de la cubitale, l'arcade palmaire profonde. L'artère radiale est placée au fond d'une gouttière, formée : en dedans par les muscles qui s'insèrent à l'épitrochlée, par le fléchisseur superficiel et par le grand palmaire, en dehors par le long supinateur 10; au poignet elle se trouve entre les tendons de ces deux derniers muscles et repose sur le rond pronateur, puis sur le radius. La position superficielle de cette artère et l'appui que le radius lui fournit la font habituellement choisir pour l'exploration du pouls.

4) **Branches de la radiale.**

5) **Branche de la cubitale.**

6) **Rameau de l'interosseuse,** branche de la cubitale.

7) **Nerf cubital.**

9, 9') **Branche superficielle du nerf radial.**

10) **Long supinateur** écarté avec une érigne.

11) **Fléchisseur profond.**

12, 12') **Muscles épitrochléens,** dont une partie a été enlevée pour laisser voir les organes placés au-dessous.

13) **Long fléchisseur du pouce.**

14) **Expansion aponévrotique du biceps.**

15) **Brachial antérieur.**

17) **Nerf médian.**

FIG. 89. — ARTÈRES DE LA MAIN.

*** 1) **Cubital antérieur.**

2) **Grand palmaire.**

3) **Branche palmaire du nerf cubital.**

4) **Artère radiale** entre les tendons du grand palmaire et du court supinateur (voy. fig. 88).

5) **Artère cubitale** formant l'arcade palmaire superficielle en s'anastomosant avec la **radio-palmaire** 6. Elle est recouverte par l'aponévrose palmaire. Sous les muscles de la main et appliquée contre les os du métacarpe, se trouve une autre arcade, **l'arcade palmaire profonde,** formée par l'extrémité de la radiale, qui, après avoir fourni la radio-palmaire, contourne d'avant en arrière l'apophyse styloïde du radius, passe sous les tendons des longs et courts extenseurs du pouce, c'est-à-dire dans l'espace vulgairement nommé *tabatière anatomique*, pénètre dans le 1er espace interosseux du métacarpe et gagne la paume de la main, où elle s'anastomose avec une branche de la cubitale.

7) **Tendon du petit palmaire et aponévrose palmaire.**

8) **Artère interosseuse** venue de l'arcade palmaire superficielle.

9, 9') **Anastomoses des interosseuses** venues des arcades profondes et superficielles.

10, 10') **Artères collatérales des doigts.**

11) **Première interosseuse,** branche de la radiale.

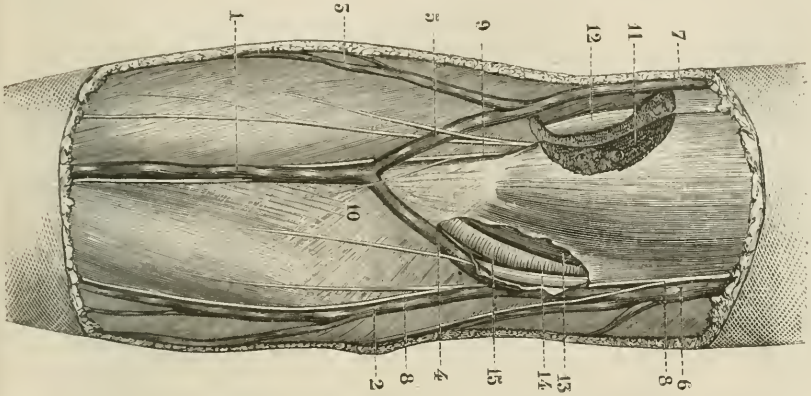


Fig. 87. — *Vaisseaux du pli du coude*.*

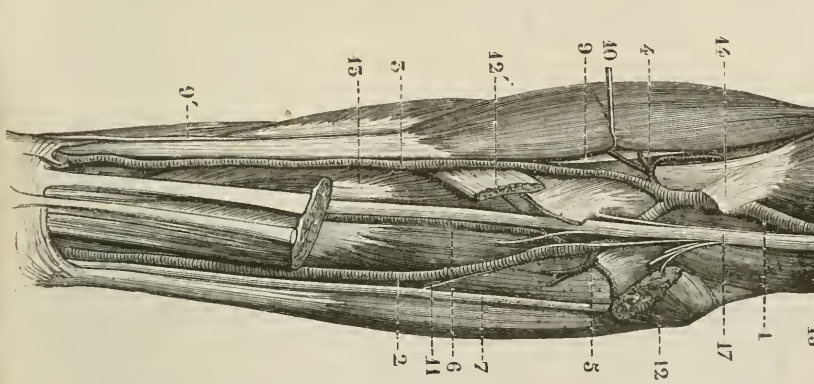


Fig. 88. — *Artères de l'avant-bras**.*

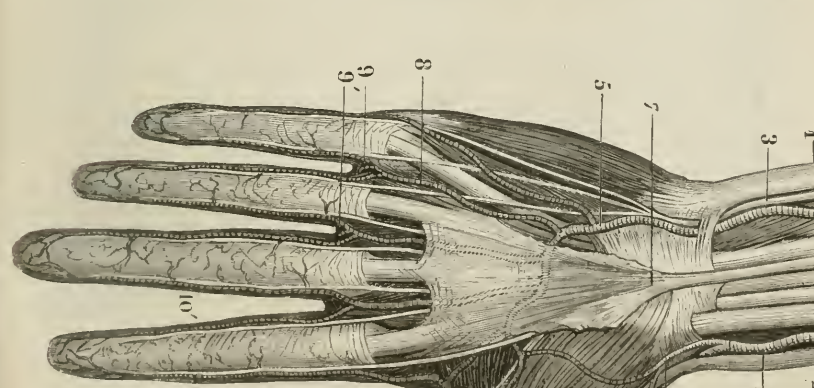


Fig. 89. — *Artères de la main***.*

FIG. 90. — GROS VAISSEAUX DU THORAX ET DE L'ABDOMEN.

* 1) **Veine et artère iliaques externes.**

2) **Veine et artère iliaques interne.** (Les veines iliaques accompagnent les artères du même nom; les divisions de ces dernières sont représentées fig. 92).

3) **Veine cave inférieure** coupée. Elle reçoit le sang veineux de toutes les parties du corps situées au-dessous du diaphragme et le conduit à l'oreillette droite.

4) **Rein et veine rénale.**

5) **Veines sus-hépatiques.** Elles conduisent dans la veine cave inférieure le sang venu du foie.

6) **Grande veine azygos.** Formée par la réunion des 7 ou 8 dernières veines intercostales droites, elle s'étend de la région lombaire à la veine cave supérieure, dans laquelle elle se jette après avoir reçu la veine petite azygos, qu'on voit à sa gauche; cette dernière est formée par la réunion des 4 ou 5 dernières veines intercostales gauches.

7) **Veine cave supérieure.** Elle porte à l'oreillette droite le sang veineux de toute la partie du corps située au-dessus du diaphragme.

8, 10) **Troncs veineux brachio-céphaliques** droit et gauche; ils conduisent à la veine cave supérieure le sang de la tête et des membres supérieurs (voy. fig. 84).

9) **Veine jugulaire interne** et **artère carotide** (voy. fig. 83).

10) **Tronc brachio-céphalique gauche.** On voit au-dessous la crosse de l'aorte

FIG. 91. — VAISSEAUX DE L'ABDOMEN.

* 1, 1) **Douzième paire de côtes.**

2, 2) **Crête de l'os iliaque.**

3) **Diaphragme.**

4, 4) **Muscle transverse de l'abdomen.**

5) **Carré des lombes.**

6, 6) **Grand psoas.**

7) **Iliaque.**

8) **Péritoine.**

9) **Rein droit.**

10) **Uretère.**

11) **Capsule surénale.**

12) **Aorte abdominale.** Née du ventricule gauche, l'aorte, origine commune de tous les vaisseaux contenant du sang artériel, décrit une courbe nommée *crosse de l'aorte* (voy. fig. 70, 71 et 82), puis descend dans le thorax en longeant le côté gauche de la colonne vertébrale, traverse les piliers du diaphragme et se place en avant de la colonne vertébrale. Elle passe successivement en arrière de la bronche gauche, de la face postérieure du cœur, du pancréas, du duodénum et du mesentère. La veine cave inférieure et le canal thoracique sont à sa droite. Jusqu'au diaphragme elle prend le nom d'*aorte thoracique;* lorsqu'elle l'a traversée, on la nomme *aorte abdominale.* Au niveau de la quatrième lombaire, l'aorte se divise en :

13 et 14) **Artères iliaques primitives** droite et gauche. Branches de bifurcation de l'aorte, ces artères s'étendent jusqu'à l'articulation sacro iliaque, où elles se divisent elles-mêmes en iliaque interne et externe (voy. fig 92). Les iliaques primitives sont en rapport avec le psoas, les veines iliaques primitives et les vertèbres lombaires en arrière, et avec le péritoine en avant.

15) **Veine cave inférieure.** Cette veine reçoit le sang veineux de toutes les parties du corps situées au-dessous du diaphragme; elle s'étend de l'angle de réunion des deux veines iliaques à l'oreillette droite, et est en rapport, à gauche, avec l'aorte; à droite, avec le muscle psoas et le rein; en arrière, avec la colonne vertébrale; en avant et de haut en bas, avec le mésentère, le duodénum, le pancréas, l'ouverture du diaphragme et la face postérieure du foie.

16) **Veine rénale gauche.** Elle porte à la veine cave le sang venu du rein.

17) **Veine spermatique gauche.**

18) **Veine spermatique droite.**

19) **Nerf fémoro-cutané,** branche du plexus lombaire.

20) **Ganglion du grand sympathique.**

21) **Rectum.**

22) **Vessie.**

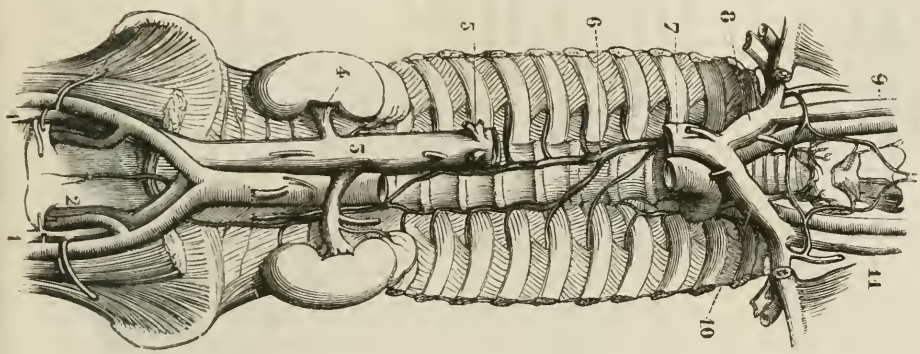


Fig. 90. — *Gros vaisseaux du thorax et de l'abdomen*.*

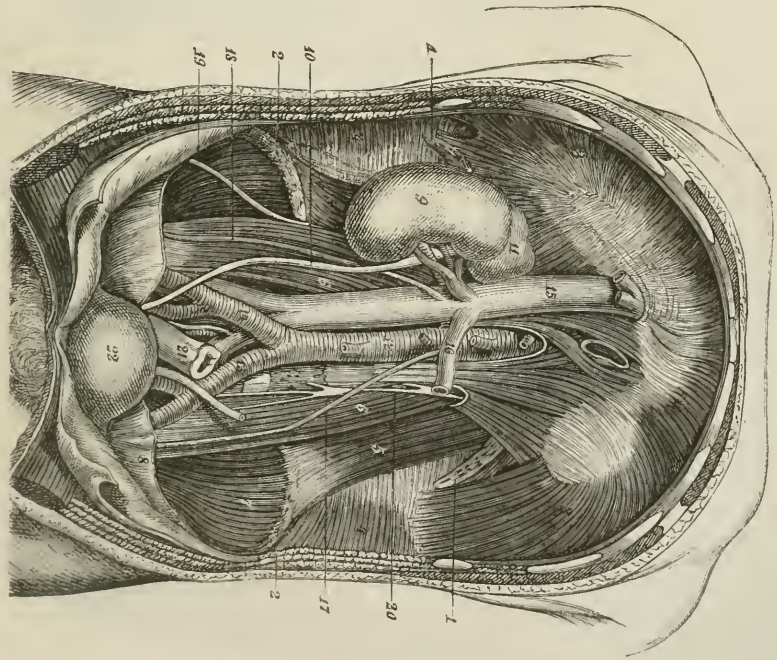


Fig. 91. — *Vaisseaux de l'abdomen*.*

FIG. 92. — ARTÈRES DU BASSIN.

* 1) **Aorte.**

2) **Artère iliaque primitive coupée.**

3) **Artère iliaque externe;** elle s'étend de l'iliaque primitive à l'arcade crurale, où elle prend le nom d'*artère fémorale*. Elle est en rapport avec le péritoine en avant, le psoas et la veine iliaque en arrière.

4) **Artère iliaque interne** ou **hypogastrique.** Branche de bifurcation de l'iliaque primitive, elle se divise, après un trajet de 2 à 3 centimètres, en un faisceau artériel qui se distribue à tous les organes contenus dans le bassin et aux parties génitales.

5) **Artère fessière.**

6) **Artère honteuse interne.**

7) **Artère vésicale.**

8) **Anastomose** entre l'épigastrique et l'obturatrice.

9) **Artère sacrée latérale.** (Les cinq artères qui précèdent sont des branches de l'iliaque interne.)

10) **Artère épigastrique,** branche de l'iliaque externe.

11) **Artère circonflexe iliaque,** deuxième branche de l'iliaque externe.

12) **Artères hémorrhoïdales inférieures,** branches de la honteuse interne.

13) **Veine iliaque externe coupée.**

14) **Artère sacrée moyenne,** branche de l'aorte.

15) **Muscle bulbo-caverneux.**

FIG. 93. — ARTÈRE ET VEINE FÉMORALE.

* 1) **Muscle couturier.**

2) **Premier adducteur.**

3) **Arcade crurale.**

4) **Psoas iliaque** recouvert de son aponévrose.

5) **Pectiné.**

6) **Artère fémorale.** Continuation de l'artère iliaque externe; elle s'étend du milieu de l'arcade fémorale aux deux tiers inférieurs de la région postérieure de la cuisse, qu'elle contourne d'avant en arrière, et prend le nom d'*artère poplitée* après avoir traversé l'anneau du troisième adducteur. En haut, l'artère fémorale repose sur le psoas iliaque, l'articulation coxo-fémorale et le pectiné. Elle n'est recouverte que par la peau, l'aponévrose et plusieurs ganglions lymphatiques; après avoir traversé l'espace triangulaire formé par le pli de l'aine en haut, le premier adducteur en dedans, le couturier en dehors (triangle de Scarpa), elle se trouve en rapport, dans le reste de son trajet: en dehors avec le vaste interne qui la sépare du fémur, en dedans avec le premier adducteur; en avant, avec le couturier, son muscle satellite qui la croise à angle très-aigu de façon à se trouver en dehors en haut, en dedans en bas. L'artère fémorale est accompagnée par la veine fémorale 7, qui est d'abord située en dedans à sa partie supérieure, mais s'accole bientôt à sa partie postérieure. En dehors se trouve le nerf crural 8.

7) **Veine fémorale,** qui reçoit les branches veineuses correspondant aux branches de l'artère fémorale et se jette dans la veine iliaque externe.

8) **Nerf crural.**

9) **Veine saphène interne.** Cette veine superficielle naît de l'extrémité d'une arcade veineuse située sur la face dorsale du pied, passe devant la malléole interne et va se jeter dans la veine fémorale à quelques centimètres au-dessous du pli de l'aine. Elle reçoit les veines cutanées de toute la circonférence de la cuisse et de la moitié interne du pied et de la jambe. Les veines de l'autre moitié se jettent dans la saphène externe, qui naît de l'extrémité externe de l'arcade citée plus haut, passe derrière la malléole externe et va se jeter dans la veine poplitée. C'est la saphène interne qu'on ouvre dans la saignée du pied.

10) **Nerf fémoro-cutané.**

11) **Artère sous-cutanée abdominale.**

12) **Artère circonflexe iliaque.**

13) **Anneau crural.**

14, 15) **Aponévrose fémorale.**

16) **Artères honteuses externes,** branches de la fémorale.

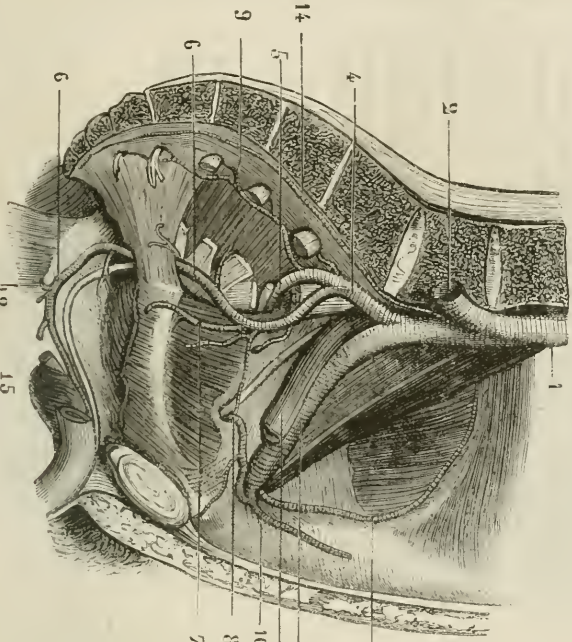


Fig. 92. — *Artères du bassin.*

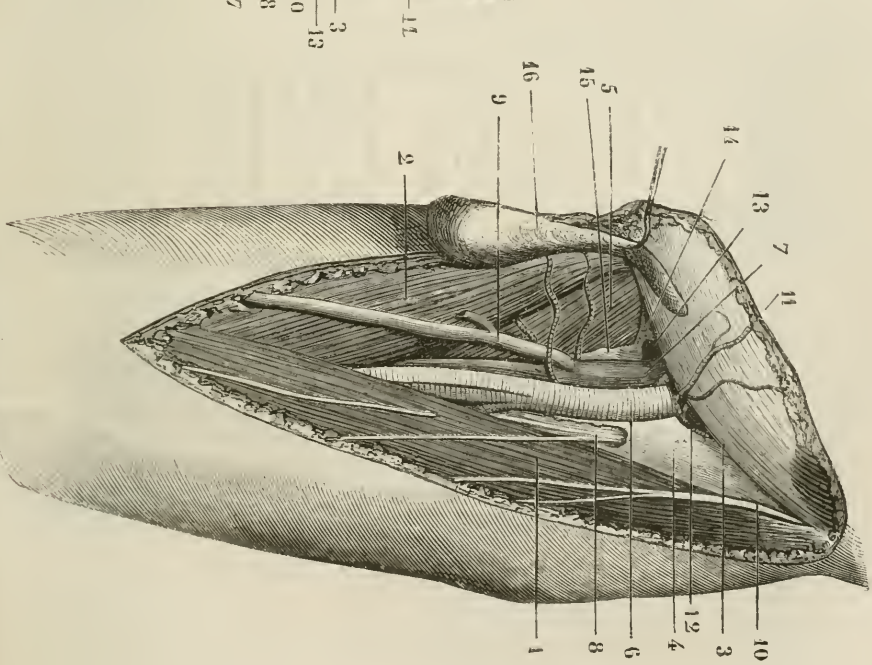


Fig. 93. — *Artère et veine fémorale.*

FIG. 94. — ARTÈRES DE LA FESSE ET DE LA RÉGION POSTÉRIEURE DE LA CUISSE.

* 1) **Muscle grand fessier** coupé pour montrer les organes situés au-dessous.

2) **Moyen fessier.**

3) **Échancrure** faite au moyen fessier.

4) **Pyramidal.**

5) **Jumeaux et tendons de l'obturateur interne.**

6) **Carré crural.**

7) **Biceps crural.**

8) **Bord postérieur du fémur.**

9) **Troisième adducteur.**

10) **Nerf grand sciatique.**

11) **Nerf petit sciatique.**

12) **Nerf fessier supérieur.**

13) **Artère fessière.**

14) **Artère ischiatique.**

15) **Artère honteuse interne.** Ces trois dernières artères sont des branches de l'iliaque interne.

16, 16) **Artères perforantes**, branches de la fémorale. On voit, au-dessous de ligne 16, l'artère fémorale sortant de l'anneau du troisième adducteur; elle a le nerf grand sciatique à sa droite.

FIG. 95. — ARTÈRES DU CREUX DU JARRET.

** 1) **Biceps crural.**

2) **Demi-tendineux.**

3) **Demi-membraneux.**

4) **Jumeau interne.**

5) **Jumeau externe.**

6) **Plantaire grêle.**

7) **Demi-membraneux**, échancré pour laisser voir les organes placés au-dessous.

8) **Nerf sciatique interne** et **vaisseaux poplités.** On voit, au-dessous et en dedans du nerf la veine et l'artère poplitée. L'**artère poplitée**, continuation de la fémorale, s'étend de l'anneau du troisième adducteur à l'anneau du soléaire, où elle se divise en *tibiale antérieure* et *tibio-péronière*. Elle est en rapport, en avant, avec le fémur et le muscle poplité; en arrière, avec la *veine poplitée*, qui se trouve un peu en dehors; cette dernière est recouverte elle-même par le nerf sciatique poplité interne. Une couche de tissu graisseux épaisse et l'aponévrose fémorale la séparent de la saphène externe. Les jumeaux, en se réunissant, la recouvrent en bas. Le biceps, en se réunissant au demi-membraneux, la recouvre en haut.

9) **Nerf sciatique poplité.**

10) **Nerf accessoire du saphène externe.**

11) **Nerf saphène externe** et **veine saphène externe.**

12) **Terminaisons de la veine saphène externe**, dont un fragment a été enlevé, dans la veine poplitée.

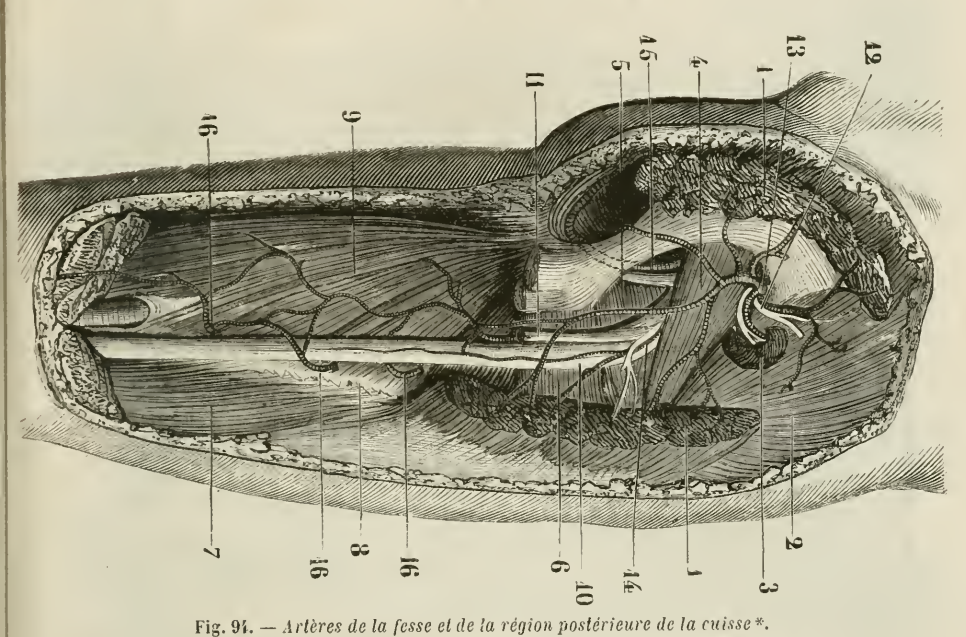


Fig. 94. — *Artères de la fesse et de la région postérieure de la cuisse* *.

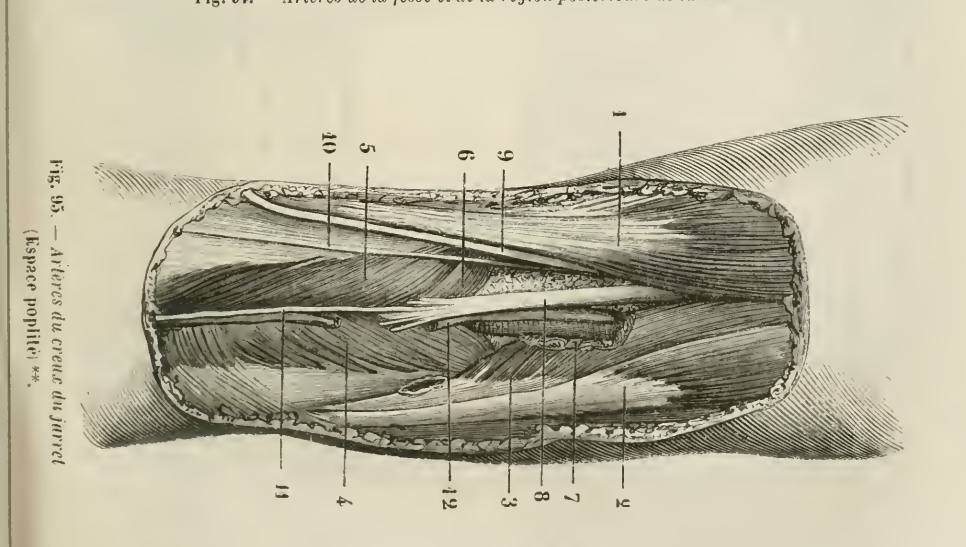


Fig. 95. — *Artères du creux du jarret* (Espace poplité) **.

FIG. 96. — ARTÈRES DE LA RÉGION POSTÉRIEURE DE LA JAMBE.

* 1) **Muscle demi-tendineux.** — 2) **Demi-membraneux.** — 3) **Biceps.** — 4) **Poplité.** — 5) **Coupe du soléaire.** On voit son anneau traversé par l'artère et le nerf poplité. — 6) **Face postérieure du péroné.** — 7) **Long péronier latéral.** — 8) **Court péronier latéral.** — 9) **Fléchisseur propre du gros orteil.** — 10) **Jambier postérieur.** — 11, 11') **Fléchisseur commun des orteils.** — 12) **Artère poplitée** (voy. fig. 95). — 13, 14) **Artères articulaires,** branches de la précédente. — 15) **Artère tibiale antérieure,** s'engageant à travers le ligament interosseux. Branche de bifurcation de la poplitée, cette artère se dirige suivant une ligne allant de la tubérosité externe du tibia au milieu du cou de pied au niveau du ligament dorsal du tarse, où elle prend le nom de *pédieuse* (voy. fig. 97). Après avoir traversé le ligament interosseux, elle s'applique à la face antérieure de ce ligament, puis, dans son tiers inférieur, sur la face externe du tibia. Le jambier antérieur et l'extenseur commun des orteils la recouvrent en avant. — 16) **Artère tibio-péronière** ou tronc tibio-péronier. Branche de bifurcation de la poplitée Sa longueur n'est que de 2 centimètres environ, elle chemine entre le soléaire en arrière et le jambier postérieur en avant, et se divise en *péronière* et *tibiale postérieure*. — 17) **Artère péronière.** Deuxième branche de bifurcation de l'artère tibio-péronière, elle s'étend jusqu'à la partie inférieure de la jambe, où elle se divise en *péronière antérieure* et *péronière postérieure*, qui se ramifient sur la face dorsale et le côté externe du pied. L'artère péronière est recouverte par le soléaire en haut et le fléchisseur propre du gros orteil en bas; elle est en rapport, en avant, avec le jambier postérieur (10) en haut, et le ligament interosseux en bas. — 18) **Artère tibiale postérieure.** Branche de bifurcation de l'artère tibio-péronière (16), elle suit une ligne allant du milieu du jarret vers le derrière de la malléole interne et se bifurque sous la voûte du calcanéum en *plantaire interne* et *plantaire externe* (voy. fig. 98). Elle est appliquée sur le jambier postérieur en haut et le fléchisseur commun des orteils en bas, et est recouverte par le soléaire, le bord interne du tendon d'Achille et l'aponévrose jambière. Le nerf poplité interne longe son côté externe et deux veines l'accompagnent.

FIG. 97. — ARTÈRES DE LA FACE DORSALE DU PIED.

** 1) **Tendon du jambier antérieur.** — 2) **Tendon de l'extenseur propre du gros orteil.** — 3) **Tendons de l'extenseur commun des orteils.** — 3') **Faisceau externe du même muscle** ou péronier antérieur. — 4) **Muscle pédieux.** — 5, 5') **Tendons du pédieux.** — 6) **Nerf musculo-cutané.** — 7) **Nerf tibial antérieur.** — 8) **Artère pédieuse.** Branche terminale de la tibiale antérieure, cette artère commence au milieu du cou de pied, au-dessous du ligament dorsal du tarse et se termine entre les deux orteils, à l'extrémité du premier espace interosseux, dans lequel elle plonge, pour aller s'anastomoser à la plante du pied avec la plantaire externe. Placée sur les os du tarse, elle est recouverte par le muscle pédieux et longe le tendon de l'extenseur propre du gros orteil. Deux veines et le nerf tibial antérieur l'accompagnent. — 9) **Artère dorsale du tarse.** — 10) **Artère dorsale du métatarse.** Ces deux artères sont des branches de la pédieuse.

FIG. 98. — ARTÈRES DE LA PLANTE DU PIED.

*** 1) **Court fléchisseur commun des orteils coupé.** — 2) **Adducteur du petit orteil.** — 3) **Adducteur du gros orteil.** — 4) **Fléchisseur propre du gros orteil.** — 5) **Abducteur oblique du gros orteil.** — 6) **Long fléchisseur commun** des orteils coupé. — 7) **Accessoire du long fléchisseur commun.** — 8) **Tendon du long péronier latéral.** — 9) **Artère plantaire externe.** — 10) **Artère plantaire interne.** Branches de bifurcation de la tibiale postérieure, ces deux artères naissent au niveau de la concavité du calcanéum. La plantaire interne se porte en avant le long du côté interne du pied, entre l'adducteur du gros orteil et les tendons du long fléchisseur commun, et se termine dans les muscles du gros orteil. La plantaire externe se dirige, entre le court fléchisseur commun et l'accessoire du long fléchisseur des orteils et forme une courbe nommée *arcade plantaire* (11), d'où naissent plusieurs branches, vers le premier espace interosseux, où elle s'anastomose avec la pédieuse et fait communiquer, par conséquent, la tibiale antérieure avec la tibiale postérieure. — 11) **Arcade plantaire.** — 12) **Interosseuse plantaire.** Branches de la plantaire externe. — 13) **Nerf plantaire externe.** — 14) **Nerf plantaire interne.** — 15) **Branche superficielle externe** du nerf plantaire interne. — 16) **Branche superficielle interne** du même nerf. — 17) **Arcade** formée par le nerf plantaire externe. — 18) **Gaînes des tendons des fléchisseurs.**

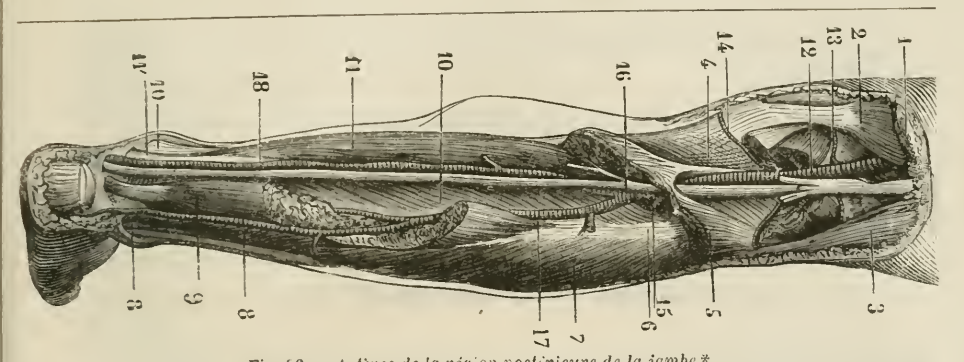


Fig. 96. — *Artères de la région postérieure de la jambe* *.

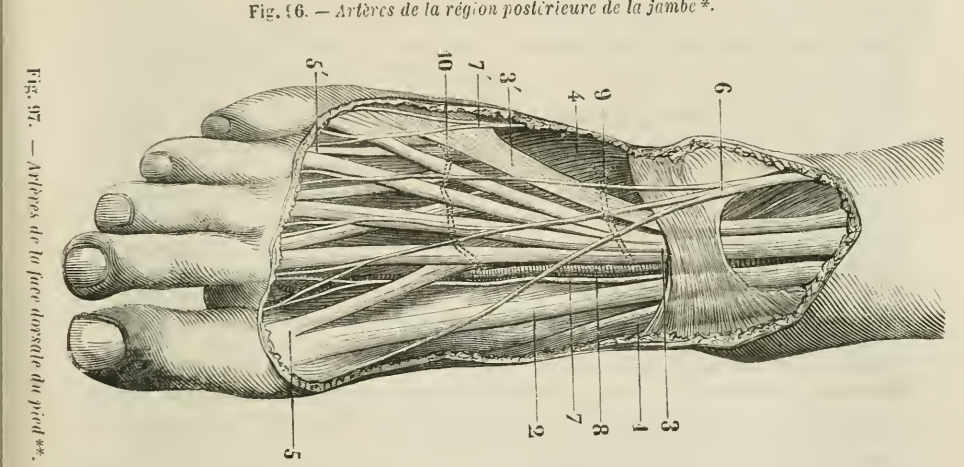


Fig. 97. — *Artères de la face dorsale du pied* **.

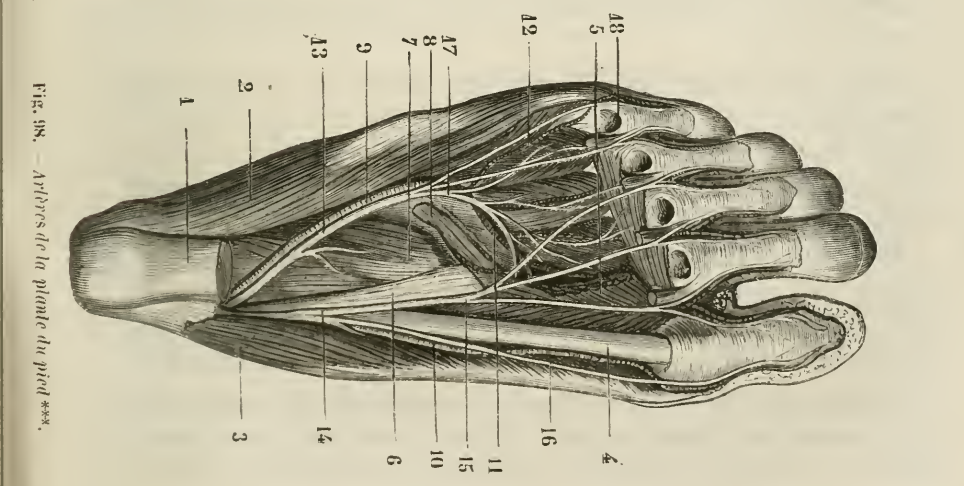


Fig. 98. — *Artères de la plante du pied* ***.

CHAPITRE VIII.

LE SANG ET SES FONCTIONS.

Réparation des pertes des organes. — Le sang est l'aliment véritable des êtres vivants. — La vie se retire immédiatement d'un organe lorsque le sang n'y arrive plus. — Le sang peut rendre la vie à des organes que la mort avait frappés. — Formation du sang aux dépens des matériaux fournis par la digestion. — Composition du sang. — Rôle des matériaux divers qu'il contient. — Globules du sang. — Influence de leur nombre sur la force de la constitution. — Composition, propriétés, naissance et mort des globules. — Les globules sont de véritables êtres vivants. — Ils constituent la partie vivifiante du sang. — Durée de leur existence. — Modifications éprouvées par le sang en traversant les organes. — Sang des veines et sang des artères. — Action de la respiration sur le sang. — Transformation du sang veineux en sang artériel. — Influence de l'activité des organes sur la coloration du sang qui en sort. — Température du sang. — Quantité de sang contenue dans le corps. — Modifications éprouvées par le sang dans les maladies. — Variations dans la proportion de la fibrine, des globules, de l'eau, de l'albumine etc. — Modifications subies par le sang dans les affections virulentes. — Modifications éprouvées par le sang dans l'anémie et la chlorose. — Transfusion du sang. — Imperfection des méthodes habituellement conseillées pour la pratiquer. — Expériences de Brown-Séquart sur la possibilité de rendre la vie et l'intelligence à une tête complétement séparée du tronc. — Avenir de la transfusion.

Nous avons vu que les éléments des organes des êtres vivants sont détruits sans cesse. Si les pertes continuelles qu'ils éprouvent n'étaient pas à chaque instant réparées, une mort définitive les frapperait bientôt ; mourir, se renouveler, puis de nouveau mourir, est la condition essentielle de leur existence.

C'est au moyen du sang que les organes réparent leurs pertes. Le rôle de ce liquide ne se borne pas uniquement, du reste, à cette importante fonction; non-seulement il apporte aux tissus les éléments nécessaires à leur entretien, c'est-à-dire l'oxygène qu'il emprunte à l'atmosphère dans les poumons, et les matériaux de la digestion qu'il reçoit dans l'intestin, mais encore il reprend à ces mêmes tissus les produits de leur désassimilation et les amène aux organes

chargés de les expulser au dehors, c'est-à-dire aux reins, aux poumons et à la peau.

La réparation des pertes des organes par les principes nutritifs que leur apporte le sang n'est pas une fonction intermittente comme on le croyait autrefois; la perte des éléments étant de tous les instants, leur régénération doit être perpétuelle; le liquide qui les baigne et forme le milieu où ils vivent, constitue une réserve alimentaire dans laquelle, sous peine de mort, ils doivent puiser constamment.

Le sang est donc le véritable aliment des êtres vivants. Quel que soit leur genre de nourriture, ils sont tous en réalité carnivores. Quand, par une cause quelconque, ce liquide cesse de baigner un organe, ce dernier cesse immédiatement de fonctionner. Il suffit de comprimer un instant l'artère principale d'un membre pour que ce membre devienne insensible et incapable de se mouvoir, c'est-à-dire qu'il cesse de vivre. Chacun sait que pendant la syncope, le sang n'arrivant plus au cerveau, les fonctions de cet organe se trouvent suspendues.

Des expériences fort curieuses exécutées par Brown-Séquart, il y a quelques années, et sur lesquelles nous aurons à revenir plus loin, ont bien mis en évidence à quel point l'aptitude des organes à fonctionner est subordonnée à la présence du sang. Un membre séparé du corps revient à la vie lorsqu'on fait circuler du sang d'une façon continue dans les vaisseaux qui le traversent. Une tête séparée du tronc depuis un quart d'heure et dans laquelle les manifestations de la vie sont absolument éteintes, renaît à l'existence lorsqu'on pratique sur elle la même opération. Toutes les fonctions des êtres vivants, depuis les besoins de l'animalité les plus humbles jusqu'aux manifestations les plus élevées de l'intelligence et de la pensée, ne peuvent se produire qu'à la condition que le sang vivifie sans cesse les organes qui les engendrent.

Nous allons étudier en détail, dans ce chapitre, la composition et la propriété de cet important liquide.

Formation du sang aux dépens des matériaux fournis par la digestion. Le résultat des transformations subies par les

aliments dans le tube digestif est, comme nous l'avons vu, un liquide nommé *chyle*, qui renferme dans sa composition tous les éléments du sang, mais qui diffère notablement cependant de ce dernier. Où et comment se fait la transformation complète du chyle en sang? La physiologie n'est pas encore définitivement fixée sur ce point. Il paraît probable aujourd'hui que les éléments les plus essentiels du sang, c'est-à-dire les globules, commencent à se former dans les ganglions lymphatiques et achèvent de s'élaborer dans la rate ou dans le foie.

Composition du sang. Le sang, tel qu'il circule dans les vaisseaux, est un liquide rouge à réaction alcaline, dont la densité varie de 1050 à 1060.

Lorsqu'on le laisse reposer quelques minutes dans un vase, il s'épaissit et se sépare en deux parties, une demi-solide, rougeâtre, nommée *caillot*; l'autre, liquide, transparente, verdâtre, nommée *sérum*.

Le caillot est un mélange d'une substance qu'on a nommée *fibrine*, bien qu'elle soit très-différente de cette matière, et de *globules* composés que nous étudierons plus loin. 1000 parties de sang contiennent environ un tiers de caillot, représentant 130 parties du même produit desséché.

Le sérum est un liquide verdâtre d'une densité égale à 1020; il est constitué par de l'eau tenant en suspension des composés fort nombreux.

Nous ignorons encore, malgré de nombreuses recherches, pourquoi le sang se coagule lorsqu'il est sorti des vaisseaux qui le contiennent; nous savons bien, par expérience, que cette coagulation n'est due ni à l'action de l'air, ni au repos, ni au refroidissement; nous savons également que la fibrine ne préexiste pas dans le sang à l'état liquide et ne se forme pendant la coagulation que par dédoublement d'autres principes; mais nous ne possédons encore aucune explication satisfaisante des causes de cette transformation.

Diverses circonstances peuvent activer ou ralentir la coagulation du sang. Pour l'empêcher, il suffit d'ajouter à ce liquide quelques

millièmes d'une dissolution de soude ou de potasse. L'eau salée la retarde également; une certaine élévation de température la favorise, au contraire.

Le sang contenu dans les vaisseaux se coagule après la mort, mais seulement au bout de quelques heures, c'est-à-dire beaucoup plus lentement que dans les vases où on le recueille.

Dans les cas d'asphyxie où la mort a été rapide, le sang reste très-longtemps fluide dans les vaisseaux; quand, au contraire, la mort a été lente, il se coagule rapidement et l'on trouve des caillots remplissant les cavités droites du cœur.

Pendant la vie, le sang se coagule quelquefois dans les vaisseaux, mais ce n'est que lorsque leurs parois ont éprouvé des altérations pathologiques ou lorsque le cours du sang y est suspendu ou considérablement ralenti. Le traitement des anévrysmes par la compression est basé sur ce fait. Le caillot qui se forme dans la tumeur par la suspension de la circulation obture le vaisseau et remplace la ligature de l'artère, opération dangereuse à laquelle on avait autrefois recours.

Le sang est un liquide fort complexe. La chimie a poussé assez loin son analyse, puisqu'elle y a constaté l'existence d'une cinquantaine de corps différents ; mais le rôle et le mode de formation de la plupart d'entre eux nous sont encore très-mal connus.

Parmi les substances que le sang contient, les unes, telles que les matières albuminoïdes, les corps gras, les substances sucrées et divers composés minéraux, sont destinées à entretenir l'existence des organes en s'assimilant à eux; les autres, telles que divers produits dérivés des matières albuminoïdes (l'urée, l'acide urique, l'acide carbonique, la créatine, l'azote par exemple) ou des matières grasses et sucrées (les acides acétique, butyrique, formique, lactique, carbonique notamment), ou encore des substances minérales (chlorures, sulfates etc.), sont des produits de l'usure des organes et doivent être expulsées du corps.

Au point de vue chimique, toutes les substances entrant dans la composition du sang peuvent être ramenées à quatre groupes : 1° *les substances albuminoïdes* (fibrine, albumine, caséine etc.); 2° *les matières sucrées* (glycoses); 3° *les corps gras* (oléine, margarine,

stéarine etc.); 4° *les principes minéraux* (chlorures, phosphates etc.). Ces quatre groupes de substances sont, comme nous l'avons vu, celles qui entrent dans la constitution d'un aliment complet. Elles sont indispensables à l'entretien des organes et servent, entre autres usages, soit à constituer la trame des muscles, comme la fibrine, soit à donner aux os et aux dents leur solidité, comme le phosphate de chaux, le carbonate de chaux et le fluorure de calcium, soit à empêcher la dissolution des globules sanguins dans le sérum, comme le chlorure de sodium, soit encore à faire partie de tous les liquides et de tous les tissus, comme l'eau.

La fibrine, l'albumine et diverses substances organiques que le sang renferme présentent des différences de propriétés notables avec les composés analogues contenus dans les aliments, et si on les désigne habituellement sous le même nom, c'est que la chimie n'a pu encore préciser d'une façon bien nette la nature de ces différences.

Ainsi que nous le verrons plus loin, le sang présente les plus grandes variations de composition suivant l'âge, l'état de santé, le tempérament, le sexe des sujets chez lesquels on l'examine. Chez le même individu, sa composition se modifie suivant le lieu du corps où on le prend. Le sang qui sort d'une glande en fonctions est fort différent de ce qu'il était avant d'y entrer*.

* En prenant la moyenne d'un grand nombre d'analyses, Becquerel et Rodier ont attribué au sang la composition suivante :

Globules	135.00
Albumine	70.00
Fibrine	2.50
Eau	781.50
Matières grasses et extractives et sels (cholestérine, urée, phosphates, chlorures, soude, fer etc.)	11.00
	1000.00

Sous l'indication de matières grasses et extractives et sels se rangent, en réalité, environ cinquante substances différentes, dont la nature est, ainsi que nous le disions plus haut, très-mal connue.

Outre les composés que nous venons de mentionner, le sang contient de l'oxygène, de l'acide carbonique et de l'azote. L'oxygène provient de l'air absorbé par la respiration, et on admet qu'il existe principalement dans les globules, où il semble condensé. En effet, le sérum privé de ses globules absorbe beaucoup moins l'oxygène de l'air que celui qui en contient. Quant à l'acide carbonique et à l'azote, ce sont les produits ultimes de la désassimilation incessante des tissus. Dissous dans le sérum, ils s'échappent au dehors par les voies respiratoires, en raison de la faible pression qu'ils rencontrent dans les vésicules pulmonaires.

C'est au moyen des matériaux versés dans le sang par les vaisseaux chylifères et ceux de l'intestin que ce liquide est constamment renouvelé. Cet apport est considérable. Colin a vu, dans ses expériences, une vache fournir à l'embouchure du canal thoracique dans la veine sous-clavière 1 hectolitre de chyle en 24 heures.

La partie liquide du sang, tel qu'il circule dans les vaisseaux, c'est-à-dire non dépouillé de sa fibrine et de ses globules, est habituellement désignée sous le nom de *plasma*; c'est un liquide tenant en dissolution tous les corps précédemment énumérés, et en suspension les globules. Il est par lui-même incolore et ne doit sa couleur rouge qu'aux globules qu'il renferme. Il ne faut pas le confondre avec le sérum, qui n'est que du sang privé de fibrine et de globules, c'est-à-dire un produit artificiel qui se forme, comme nous l'avons vu, quand le sang est sorti des vaisseaux qui le contenaient.

Globules du sang. Nous venons de voir que le sang tient en dissolution un grand nombre de composés représentant d'une part le résultat des transformations des matériaux introduits dans le tube digestif et d'autre part ceux provenant de la destruction des tissus. Outre ces principes, il tient en suspension une proportion considérable * de corps sphériques, nommés *globules*, qui nagent dans ce liquide sans en être imbibés et lui donnent sa couleur, absolument comme des poissons rouges feraient paraître coloré le liquide qui les contient, s'ils s'y trouvaient en très-grand nombre.

Ignorée des médecins de l'antiquité, l'existence des globules fut constatée pour la première fois par Malpighi, en 1661. On les aperçoit facilement en comprimant une goutte de sang entre deux lamelles de verre et en l'examinant au microscope.

Les globules du sang sont de deux espèces : les *globules rouges* ou *hématies*, les *globules blancs* ou *leucocytes*.

Les globules rouges sont des disques aplatis à leur centre, formés d'une substance homogène sans enveloppe ni noyau apparent. Leur diamètre est de 6 à 7 millièmes de millimètre environ.

* A l'état normal, on trouve de 300 à 400 parties de globules non desséchés pou 1000 parties de sang.

Chez l'homme, ils sont circulaires; chez les oiseaux, les reptiles et les poissons, ils sont elliptiques et très-volumineux. En général, à mesure que l'organisme se perfectionne, leurs dimensions s'amoindrissent. Chez l'embryon, ils sont beaucoup plus volumineux et plus abondants que chez l'adulte.

Il n'existe pas de relation bien déterminée entre la dimension des globules et la taille des animaux. Chez la souris et le cheval, leur diamètre est le même. Ceux de la baleine sont plus petits que ceux de la grenouille. On remarque cependant que chez les animaux constitués sur le même plan fondamental, ils deviennent de plus en plus petits à mesure que les besoins de la respiration augmentent.

La quantité des globules rouges contenus dans le sang est considérable; un millimètre cube renferme plus de 5 millions de ces corpuscules. Leur nombre varie, du reste, suivant les sexes et les tempéraments. Le sang de la femme en contient moins que celui de l'homme. Le sang des sujets sanguins et pléthoriques en renferme davantage que celui des individus lymphatiques et anémiques. La quantité des globules est en quelque sorte proportionnée à la vigueur de l'individu. « La force de la constitution, dit avec raison « Andral, est la condition de l'économie qui contribue le plus à éle- « ver les globules vers leur maximum, tandis que la faiblesse con- « génitale ou acquise est la condition qui les abaisse vers leur mi- « nimum. »

Le régime a une influence considérable sur le nombre des globules qui peuvent exister dans le sang. Pendant l'abstinence, ils diminuent et même se déforment. La saignée agit d'une façon analogue; mais en même temps que les globules diminuent, la fibrine augmente, ce qui fait que le sang se coagule plus rapidement. Milne Edwards, dans son bel ouvrage sur l'anatomie comparée des animaux, explique cette augmentation de la fibrine en admettant que le rôle des globules dans le sang est de la détruire. La diminution des globules entraînerait par conséquent son augmentation. La fibrine devrait être considérée en ce cas comme un produit de l'usure des tissus destiné à être rejeté au dehors.

L'eau gonfle les globules et les rend sphériques; la teinture d'iode

étendue d'eau colore leur périphérie et les rend plus visibles; les alcalins, la bile et l'acide acétique les dissolvent.

Les globules rouges du sang doivent leur coloration à une matière cristallisable rouge contenant une forte proportion de fer, et ayant une grande affinité pour l'oxygène, désignée successivement sous les noms d'*hématosine*, d'*hémato-cristalline*, d'*hémato-globuline*, d'*hémoglobine* *, qui forme les 86 centièmes de leur poids et sur la constitution de laquelle on n'est pas encore parfaitement fixé **. Par l'emploi de divers réactifs on peut la décomposer en une substance albuminoïde, analogue à la globuline, et une matière colorante brunâtre, ne contenant plus de fer, nommée *hématine*, qui n'est pas la matière colorante du sang, car on ne l'y rencontre qu'accidentellement, notamment lorsqu'il s'est épanché dans les tissus.

Les globules sont des êtres vivants ayant une existence individuelle et éphémère. Comme tous les êtres vivants, ils naissent, grandissent et meurent ; mais nous ignorons le lieu de leur naissance et celui de leur mort. Plusieurs physiologistes pensent comme nous l'avons dit, qu'ils commencent à se former dans les ganglions lymphatiques et finissent de s'élaborer dans le foie; en effet, après sa sortie de cet organe, le sang est plus riche en globules. Mais cette opinion a été combattue par d'autres observateurs, qui font naître les globules dans la rate. Kölliker veut, au contraire, que ce soit dans cet organe qu'ils se détruisent. S'il fallait risquer une hypothèse, nous dirions que les globules naissent des globules par scission ou par bourgeons, mode de reproduction commun à un grand nombre d'êtres inférieurs, et qui pourrait trouver dans le foie, la rate, le

* La solubilité de l'hémoglobine dans l'eau et divers liquides permet de l'obtenir facilement cristallisée. Il suffit d'ajouter, goutte à goutte, à du sang défibriné contenu dans un flacon qu'on agite constamment, de l'éther jusqu'à ce que le liquide ait perdu son aspect opaque pour devenir transparent. Toute l'hémoglobine est alors séparée des globules. Après quelques heures de repos à basse température, elle cristallise, et sa forme — variable, suivant les espèces animales — peut être étudiée parfaitement au microscope.

** M. Gréhant, a publié récemment un résumé des leçons de physiologie expérimentale qu'il a faites en 1872 à l'école pratique, où se trouvent d'intéressants détails sur cette substance. Nous signalons, en passant, les leçons de ce physiologiste comme une des premières tentatives de vulgarisation en France de la pratique d'une science qui ne compte pas un laboratoire public chez nous et n'a guère été jusqu'ici l'objet que d'un enseignement purement théorique.

thymus, les capsules surrénales, ou dans tout autre organe, les conditions de milieu nécessaires à sa parfaite manifestation.

La durée de l'existence des globules rouges ne paraît pas dépasser quelques semaines. En injectant du sang d'oiseau, dont les globules elliptiques sont faciles à reconnaître, dans les vaisseaux d'un mammifère, Claude Bernard a vu que ces globules n'y persistaient que le temps que nous venons d'indiquer*. La masse entière du sang est probablement ainsi très-fréquemment renouvelée. Chez les êtres vivants, la matière se renouvelle sans cesse; les formes seules persistent.

Une des principales fonctions connues des globules rouges consiste à emmagasiner de l'oxygène et à le porter aux tissus, pour l'échanger contre de l'acide carbonique, produit de leur destruction. Comme c'est précisément cet échange de gaz qui constitue la respiration, on voit que ce sont en réalité les globules qui respirent, plutôt que les poumons eux-mêmes.

Les globules constituent, du reste, la partie réellement vivifiante du sang. Les expériences de transfusion le prouvent d'une façon évidente : du sang privé de ses globules est complétement impuissant à ramener à la vie les animaux épuisés par une hémorrhagie.

Outre les globules rouges, le sang contient encore, comme nous l'avons dit, des globules incolores nommés *globules blancs* ou *leucocytes*; mais le nombre de ces derniers est très-minime, comparativement à celui des premiers; on ne rencontre guère, en effet, que deux ou trois globules blancs pour mille globules rouges. Ils existent non-seulement dans le sang, mais encore dans la lymphe et dans divers liquides de l'économie. On les rencontre chez tous les

* Il est probable que les globules du sang peuvent éprouver, dans le cours éphémère de leur existence, des modifications de structure susceptibles d'altérer leur vitalité d'une façon plus ou moins profonde; mais la science est peu avancée sur ce point. On sait notamment que leur matière colorante diminue dans la chlorose, ainsi que nous le verrons plus loin, et qu'ils se déforment dans l'abstinence et à la suite d'hémorrhagies prolongées. Nous avons plusieurs fois observé au microscope — observation facile à répéter sur des grenouilles — qu'en arrêtant la circulation dans les capillaires d'un membre par la compression de l'artère de ce membre, les globules se déforment et s'agglutinent entre eux, ce qui rend leur séparation très-difficile lorsqu'on vient à cesser la compression. Peut-être est-ce à cette cause qu'il faut attribuer en partie la difficulté de ramener la circulation chez les asphyxiés.

animaux, tandis que les globules rouges n'existent que chez les vertébrés.

Le diamètre des globules blancs atteint un millième de millimètre environ. Ils sont constitués par un sac plein de liquide contenant un ou plusieurs noyaux, qu'on met en évidence facilement en ajoutant une goutte d'acide acétique au sang qu'on examine au microscope.

Les globules blancs changent constamment de forme, surtout quand on les porte à la température du corps humain. Pour bien les examiner, on est obligé de les immobiliser en les tuant avec de l'acide acétique. Plusieurs observateurs, Claude Bernard notamment, les considèrent comme de véritables animalcules infusoires.

L'origine des globules blancs, leur mode de formation, la durée de leur existence et leurs fonctions nous sont absolument inconnus. On a supposé, mais sans preuves suffisantes, qu'ils sont une des formes par lesquelles doivent passer les globules rouges avant d'arriver à leur développement parfait. Ces derniers, dans cette hypothèse, seraient simplement constitués par le développement de leurs noyaux après la rupture du sac qui les contient.

Modifications éprouvées par le sang en traversant les organes. — Sang veineux et sang artériel. — Influence de la respiration. Le sang qui sort d'un organe en fonctions diffère considérablement par ses propriétés de ce qu'il était avant d'y entrer. Les modifications qu'il éprouve dans diverses glandes, telles que la rate et le foie par exemple, sont probablement profondes; mais la chimie a été impuissante jusqu'ici à nous éclairer sur leur nature. L'hypothèse probable que c'est dans ces glandes que les globules peuvent prendre naissance et mourir n'a pu encore être étudiée d'une façon suffisante pour qu'on puisse la rejeter ou l'adopter.

Nous sommes plus avancés sur l'étude des modifications que le sang éprouve dans les autres organes. Au point de vue chimique, la différence qui existe entre le sang qui entre dans un organe, c'est-à-dire le sang artériel, et celui qui en sort, c'est-à-dire le sang veineux, est minime. Dans l'état actuel de la science nous savons

seulement que le sang veineux est un peu moins riche en oxygène*, en sels et en fibrine que le sang artériel ; mais, au point de vue de l'aspect physique et des propriétés physiologiques surtout, la différence est profonde.

Le sang que charrient les artères est d'un rouge éclatant ; celui qui coule dans les veines est d'un rouge noirâtre. Le premier contient tous les matériaux de nutrition que la digestion et la respiration lui ont fournis; le second renferme, au lieu de ces matériaux, les résidus des métamorphoses des tissus. L'un peut entretenir la vie des organes; l'autre est impuissant à remplir cette fonction, et, quand le sang veineux vient se substituer au sang artériel, ce qui arrive dans l'asphyxie par exemple, la mort en est la conséquence rapide.

Quand on agite du sang veineux avec de l'air, ou mieux avec de l'oxygène, il devient rouge comme le sang artériel, et conserve cet aspect un temps d'autant plus long que la température à laquelle il est soumis est plus basse**. Quand on agite du sang artériel avec de l'acide carbonique, il devient noir et prend l'aspect du sang veineux. Chez les êtres vivants, la transformation du sang veineux en sang artériel se fait sous l'influence de l'air absorbé par la respiration.

La coloration du sang dépend donc de la nature des gaz qu'il contient. En se combinant avec quelques-uns des éléments qui le constituent, ces derniers lui impriment des modifications spéciales encore inconnues, d'où résulte sa couleur.

Le sang artériel est rouge dans tous les organes et semble présenter partout une composition uniforme. Il n'en est pas de même du sang veineux : au lieu d'être noir dans tous les organes, il reste rouge dans quelques-uns. Le sang veineux venant d'une glande qui

* Le sang artériel contient 38 d'oxygène p. 100 d'acide carbonique, et le sang veineux 26 p. 100 seulement. Dans un litre de sang artériel Schöffer a trouvé 375 cent. cubes d'acide carbonique dissous et 203 cent. cubes d'oxygène. Dans un litre de sang veineux, 415 cent. cubes d'acide carbonique et 135 cent. cubes seulement d'oxygène.

** A la température de 0, le sang reste rouge plusieurs semaines; à la température de 38 à 40 degrés, il noircit très-vite. Il suffit d'échauffer un animal pour voir son sang artériel noircir rapidement.

fonctionne est rouge et contient à peu près autant d'oxygène que le sang artériel ; il est noir lorsque la glande ne fonctionne pas. Le rein agissant sans interruption, le sang qui le traverse est toujours rouge. Le sang veineux venu des autres organes profonds, tels que les muscles par exemple, est au contraire d'autant plus foncé que l'organe traversé par lui a plus fonctionné*. Quand, au contraire, l'organe ne fonctionne pas ou fonctionne peu, comme il n'a rien à céder au sang artériel ni rien à lui emprunter, ce dernier ne se modifie pas en passant dans les veines. C'est ce qui arrive précisément pendant l'hiver chez les animaux hibernants, tels que la marmotte par exemple, dont les fonctions des organes se ralentissent considérablement sous l'influence du froid : le sang n'ayant pas à réparer les pertes des tissus, conserve sa composition et reste rouge dans les veines. Un phénomène analogue se produit dans la syncope et la mort par le froid. Chez le fœtus, le sang est rouge dans tous les organes.

Température du sang. En étudiant la chaleur animale, nous aurons à parler de la température du sang dans les différentes parties du corps. Nous dirons seulement maintenant que ce liquide est de tous ceux de l'économie celui dont la température est la plus élevée. Elle varie de 38 à 40 degrés chez les mammifères. La température du sang artériel est supérieure de 2/3 de degré environ à celle du sang veineux. Dans certaines veines cependant, telles que la veine rénale et les veines sus-hépatiques, le sang est plus chaud que dans les artères correspondantes, par suite de l'action des phénomènes chimiques qui s'accomplissent dans les organes d'où pro-

* Le sang qui traverse un organe, glande ou muscle, y éprouve des modifications qui le dépouillent d'une partie de ses principes nutritifs et le transforment plus ou moins en sang veineux. Si le sang qui sort d'une glande en activité est rouge, tandis qu'il est noir lorsqu'il vient d'un muscle, cela tient probablement à ce que les modifications que la glande fait subir au sang pour le transformer en divers liquides : lait, larmes etc., ne portent pas principalement sur l'oxygène qu'il contient. Il est encore possible que l'accélération de la circulation dans la glande pendant qu'elle fonctionne oblige le sang à la traverser en quantité telle qu'il n'ait pas le temps de s'y dépouiller de tout son oxygène. Quand la glande ne fonctionne pas, c'est-à-dire ne sécrète rien, elle est seulement traversée par la quantité de sang nécessaire pour la nourrir, et alors le sang qui en sort est noir comme il l'est toujours après avoir nourri les tissus.

vient le liquide qu'elles contiennent. Le sang veineux contenu dans le ventricule droit est plus chaud que le sang artériel contenu dans le ventricule gauche, ce qui résulte du refroidissement éprouvé par ce dernier dans les poumons.

En traversant la tête, les mains, les pieds, les poumons et, en général, tous les organes situés à la périphérie du corps, le sang se refroidit. Pour que sa température reste constante, il faut qu'il s'échauffe quelque part. Claude Bernard a reconnu que c'est en traversant les divers organes de l'appareil digestif, le réseau capillaire du foie notamment, qu'il acquiert une température plus élevée.

La température du sang varie aussi suivant l'état des organes où il se trouve. Il est plus chaud dans l'organe en fonction que dans l'organe à l'état de repos.

Chez les vertébrés, la température du sang n'éprouve que des variations minimes, quel que soit le degré de chaleur ou de froid de l'atmosphère. Chez les animaux dits à sang froid, au contraire, le sang suit les variations de température du milieu ambiant, et l'activité des fonctions a une marche correspondante. S'accomplissant avec énergie pendant l'été, elles sont ralenties ou même complétement suspendues pendant l'hiver.

Quantité de sang contenue dans les organes. La quantité de sang que le corps contient est très-variable; suivant Claude Bernard, elle peut, après un repas, devenir le double de ce qu'elle était à jeun. Plus on s'éloigne de la digestion, plus la proportion de ce liquide contenue dans les organes diminue. D'après des expériences faites par Colard de Martigny sur des lapins, la quantité de sang, qui est de 30 grammes environ chez ces animaux à l'état normal, n'est plus que de 20 grammes après 3 jours d'abstinence et de 7 grammes seulement au bout de 10 jours.

Selon plusieurs physiologistes, la quantité totale du sang existant dans les organes serait égale en moyenne au dixième environ du poids du corps. Suivant Lehmann et Weber, elle serait seulement égale, chez l'homme, au huitième de ce poids. Un individu pesant 64 kilogrammes aurait donc 8 kilogrammes de sang. La méthode suivie par ces observateurs est très-simple : ils pèsent un

homme qu'on va décapiter, le pèsent de nouveau après la décapitation, lorsque l'écoulement du sang a cessé, et obtiennent ainsi par différence le poids d'une partie du sang contenu dans les vaisseaux. Pour évaluer la quantité qui y est restée, ils y injectent de l'eau distillée jusqu'à ce qu'elle sorte incolore. En pesant le résidu de l'évaporation du liquide, on a la proportion de matériaux solides qu'il contient, et il est facile d'en déduire la quantité de sang à laquelle ces matériaux correspondent. En ajoutant à cette quantité celle que l'on a obtenue plus haut par la pesée du sujet avant et après la décapitation, on a le poids total du sang contenu dans le corps.

MODIFICATIONS ÉPROUVÉES PAR LE SANG DANS LES MALADIES.

A l'état normal, le sang éprouve, ainsi que nous l'avons vu, des variations de composition très-considérables. Non-seulement le sang du même individu n'a pas la même composition avant et après le repas, mais encore cette composition se modifie avec l'alimentation elle-même. Une nourriture animale augmente les globules; l'abstinence, une nourriture végétale les diminuent. L'âge, le sexe, l'état de gestation font éprouver au sang des modifications très-variées. Les globules sont moins nombreux et l'eau plus abondante chez la femme que chez l'homme; ils sont plus nombreux chez les individus sanguins que chez les sujets lymphatiques. Leur nombre s'accroît jusqu'à trente ans et diminue après.

L'étude des modifications éprouvées par le sang pendant les maladies est encore peu avancée, et tout ce que nous savons de précis sur cet important sujet peut se résumer en quelques pages.

Maladies dans lesquelles la proportion de la fibrine du sang est modifiée. — Dans certaines affections, telles que la fièvre typhoïde et le scorbut, la fibrine diminue; elle augmente, au contraire, dans les affections inflammatoires aiguës, notamment dans la pneumonie, la péritonite, la pleurésie, le rhumatisme articulaire; le sang contient alors 5 à 10 millièmes de fibrine coagulable au lieu de 2 à 3 millièmes qu'il renferme normalement. En même temps, le nombre des globules diminue, ce qui, du reste, peut être imputable à l'abstinence à laquelle sont soumis habituellement les malades atteints d'affections de cette nature.

Dans les maladies que nous venons de mentionner, le sang retiré des vaisseaux se coagule plus lentement qu'à l'état normal. Par suite, les corpuscules colorés ont le temps de descendre dans le liquide avant sa complète solidification. Il en résulte la formation à sa surface d'une couche de fibrine blanchâtre de quelques millimètres d'épaisseur, à laquelle on donne le nom de *couenne inflammatoire*. Les anciens médecins attachaient beaucoup d'importance à sa présence; mais, comme il est démontré qu'elle se manifeste quelquefois dans des états du sang très-opposés aux précédents, tels que la chlorose et l'anémie par exemple, on ne peut rien en déduire de certain.

D'après un travail présenté en 1869 par Andral à l'Académie des sciences, le chiffre de la température et celui de la fibrine croissent en proportion directe l'un de l'autre. De toutes les maladies qui entraînent la production d'un excès de fibrine dans le sang, la pneumonie est celle où cet excès est le plus considérable, et c'est

précisément une des affections où la température du corps s'élève davantage. L'augmentation de la chaleur et celle de la fibrine sont deux phénomènes qui, bien que se produisant ensemble, sont cependant complétement indépendants l'un de l'autre. Dans la fièvre ordinaire, en effet, l'élévation de température n'est en aucune façon accompagnée d'un accroissement de fibrine.

Maladies dans lesquelles la proportion de l'albumine du sang est modifiée. — L'albumine du sang diminue dans l'albuminurie, affection dans laquelle l'urine contient une forte quantité d'albumine. De 70 pour 1000, proportion dans laquelle on la rencontre habituellement dans le sang, elle descend à 50 environ; en même temps, le chiffre de la fibrine et celui de l'urée que ce dernier liquide renferme s'élèvent sensiblement.

Maladies dans lesquelles divers principes destinés à être éliminés du sang sont retenus dans ce liquide. — Les produits de l'usure des tissus doivent être incessamment expulsés au dehors sous peine de devenir des poisons pour les organes qui les contiennent. Lorsqu'ils viennent à s'accumuler dans le sang, ils produisent divers accidents variant suivant la nature des principes dont l'élimination fait défaut. C'est ainsi, par exemple, que l'accumulation de l'urée dans le sang produit l'urémie; celle de l'acide urique, la goutte et la gravelle; celle du glycose, la glycosurie. La gravité des accidents résultant de la non-élimination du petit nombre des principes dont la chimie sait reconnaître la présence dans le sang nous permet de supposer que des accidents non moins graves doivent résulter de l'accumulation dans ce liquide d'autres principes. Il est fort probable, par exemple, que l'accumulation dans le sang de certaines matières organiques constituant le poison redoutable qu'on peut nommer le *miasme humain*, doit produire des affections fort graves, telles que la fièvre typhoïde notamment. Je suis convaincu que des recherches approfondies dans cette voie conduiront à la découverte des causes si profondément inconnues encore d'un grand nombre de maladies.

Maladies dans lesquelles la proportion des matériaux calcaires du sang diminue. — Les matériaux calcaires du sang, phosphate et carbonate de chaux, diminuent dans le rachitisme et dans l'affection des os nommée *ostéomalacie*.

Maladies dans lesquelles le sang contient des matières virulentes. — Dans diverses affections virulentes ou contagieuses, telles que le charbon, la variole, la syphilis, la fièvre typhoïde, l'infection purulente etc., le sang éprouve des altérations évidemment profondes, à en juger par les accidents morbides qui en sont la suite, bien que la quantité de matière étrangère introduite dans ce liquide soit souvent fort minime. Cela tient sans doute à ce que la substance introduite peut se multiplier rapidement, ou encore à ce qu'elle détermine au sein des organes des modifications capables de se transmettre facilement de proche en proche.

Dans plusieurs de ces maladies, le sang contient un grand nombre de corpuscules granuliformes et quelquefois certains parasites, *bactéries*, *micrococcus* etc., auxquels on attribue maintenant un rôle important. Il est bien difficile pourtant de comprendre comment des corpuscules ou des parasites en apparence identiques peuvent produire des affections fort diverses. Ce qui est bien certain cependant, c'est que la partie liquide des virus n'est douée, ainsi que l'a démontré M. Chauveau, d'aucune propriété virulente; c'est uniquement dans les éléments organiques flottant dans le sein de ces liquides que cette propriété réside. L'expérience a prouvé, en effet, qu'après une filtration convenable les virus perdent leurs propriétés virulentes, tandis que les corpuscules retenus sur le filtre la conservent Il y a dans l'étude si obscure encore de ces substances un fertile sujet de recherches.

Maladies dans lesquelles la masse du sang ou le nombre des globules rouges qu'il contient sont diminués. — Une des modifications du sang qu'on rencontre le plus habituellement est celle qu'on observe dans l'*anémie*, nom donné à différents états morbides tous caractérisés par divers symptômes dont les plus apparents sont l'affaiblissement et la décoloration des tissus résultant de l'appauvrissement du sang, soit que la quantité de ce liquide renfermée dans l'appareil circulatoire ait réellement diminué, soit que, sa proportion restant la même, la quantité des globules qu'il contient soit moindre.

L'anémie est la maladie habituelle des grandes villes, la maladie des races épuisées et dégénérées et assurément l'état pathologique le plus commun de notre époque. On se rend facilement compte de sa fréquence quand on sait combien sont répandues aujourd'hui les causes capables de la produire. L'alimentation insuffisante, le travail prématuré, la fatigue et les excès de toute sorte, les hémorrhagies répétées, les mauvaises digestions, l'exercice musculaire insuffisant ou excessif, le séjour dans une atmosphère viciée ou dans des lieux privés de lumière, l'abus des boissons alcooliques etc. l'entraînent fatalement à leur suite.

L'anémie n'est pas, à proprement parler, une maladie; elle n'a d'autres conséquences apparentes qu'un affaiblissement général et un ralentissement sensible dans l'activité de la plupart des fonctions; mais elle diminue considérablement ce que l'on pourrait appeler le pouvoir de résistance aux maladies. C'est chez les individus débilités par l'anémie que les épidémies et les affections de toute nature font le plus de victimes.

L'état particulier du sang qui produit les symptômes à l'ensemble desquels on a donné le nom de *chlorose* se rapproche beaucoup du précédent et il a même été pendant longtemps confondu avec lui. La chlorose est l'anémie des jeunes filles; elle est caractérisée par la diminution des globules du sang. On croyait autrefois que cette affection a pour cause la diminution de la quantité de fer que ce liquide contient, mais il est démontré aujourd'hui qu'elle résulte simplement de ce fait que la quantité des globules décroît sensiblement. De 127 pour 1000, leur moyenne habituelle, ils peuvent descendre à 60 et 50 seulement. Mais, pour un même poids, ces globules contiennent autant de fer qu'à l'état normal.

Les recherches récemment faites par Duncan, en Allemagne, semblent démontrer qu'outre la diminution qu'ils subissent dans leur nombre, les globules rouges éprouvent dans la chlorose des modifications caractérisées par l'altération de leur matière colorante. Or, comme c'est précisément cette matière colorante qui paraît être l'agent fixateur de l'oxygène de l'air dans la respiration, il s'ensuit que le sang qui contient déjà moins de globules qu'à l'état normal ne peut absorber une quantité suffisante d'oxygène et par suite se trouve impuissant à nourrir convenablement les tissus. Il en résulte non-seulement la décoloration de ces derniers, mais encore une perturbation plus ou moins profonde de leurs fonctions. L'estomac mal nourri ne sécrète pas la quantité de liquide nécessaire à la digestion, qui s'accomplit alors irrégulièrement. Les muscles recevant du sang dont la pauvreté en globules l'empêche de réparer immédiatement leurs pertes, arrivent, après le moindre exercice, à une fatigue qui ne se produit, à l'état normal, qu'à la suite d'un travail prolongé. Chaque organe éprouve ainsi dans ses fonctions des troubles plus ou moins profonds.

Maladies dans lesquelles le sang contient un excès de globules blancs. — Chez les individus atteints d'hypertrophie de la rate et d'affections diverses, encore mal définies, du foie et des ganglions lymphatiques, on observe dans le sang un accroissement considérable du nombre des globules blancs. Dans les cas légers, au lieu

de 3 globules blancs environ pour 1000 globules rouges que ce liquide contient normalement, on en trouve de 60 à 100 et, dans les cas graves, de 500 à 700. On a fait de cet état particulier du sang une affection à laquelle on a donné le nom de *leucocythémie*, mais elle ne constitue en réalité qu'un symptôme. Son diagnostic est en tout cas facile, puisqu'il suffit, pour reconnaître l'accroissement des globules blancs, d'examiner au microscope une goutte de sang qu'on a obtenue en piquant l'extrémité d'un doigt.

Maladies dans lesquelles la proportion des liquides que le sang contient est considérablement diminuée. — Parmi les affections dans lesquelles le sang éprouve des modifications que la science peut constater, nous citerons encore le choléra. Chez les malades qui en sont atteints, le sang perd une grande partie de son eau et s'épaissit tellement qu'il ne peut plus circuler. Cet arrêt de circulation a pour résultat la suspension de toutes les fonctions et par suite une mort rapide.

Transfusion du sang. Quand on vient à ouvrir un vaisseau important sur un animal vivant, on voit, à mesure que le sang s'écoule, les forces de l'animal graduellement décroître*, et quand il a perdu une quantité de liquide représentant 5 à 6 p. 100 de son poids environ, les phénomènes vitaux s'éteignent et l'on n'a plus entre les mains qu'un cadavre. Si, dans les veines de l'être dont s'est ainsi retirée la vie, on injecte une certaine quantité de sang emprunté à un autre animal, ce cadavre revient à l'existence. Il y revient, même si la mort a eu lieu depuis un temps suffisant pour que la rigidité cadavérique se soit produite.

L'idée d'injecter du sang dans les organes d'un animal semble être venue à la pensée de plus d'un observateur. Ovide, dans ses *Métamorphoses*, fait proposer cette opération par la magicienne Médée aux filles du roi Pélos pour rajeunir leur père**. Mais ce n'est que dans les temps modernes qu'elle a été pratiquée avec succès. Expérimentée sur les animaux par divers médecins, elle fut tentée

*Les phénomènes que l'on observe successivement pendant une hémorrhagie sont les suivants : défaillance, refroidissement, diminution de la sensibilité, syncope. Si la perte de sang continue, la vie se retire de plus en plus du corps, les battements du cœur s'affaiblissent, la respiration se ralentit, l'insensibilité devient complète, et, après quelques mouvements convulsifs, la mort arrive. Chez les mammifères et les oiseaux, la mort se produit quelques instants après que l'écoulement du sang s'est arrêté. Chez les batraciens et les poissons, au contraire, elle n'arrive qu'au bout de plusieurs heures. Des grenouilles auxquelles on a enlevé le cœur et toute la masse du sang vivent encore cinq à six heures.

** « *Stringite, ait, gladios, veteremque haurite cruorem,*
« *Ut repleam vacuas juvenili sanguine venas.* »

pour la première fois sur l'homme, le 15 juin 1667, à Paris, par un médecin nommé Denis. Le sang infusé était du sang de veau. L'opération réussit, mais elle fut suivie d'insuccès si nombreux, que le Parlement la défendit bientôt.

C'est de nos jours seulement que l'étude de la transfusion a été reprise. Pratiquée fort rarement, elle échoue le plus souvent, et cela uniquement, croyons-nous, par suite de l'imperfection des méthodes opératoires habituellement employées.

Les procédés recommandés dans la plupart des livres pour assurer le succès de la transfusion sont les suivants : 1° n'injecter chez un animal que du sang d'un animal de la même espèce, par conséquent n'injecter à l'homme que du sang de l'homme ; 2° pratiquer la transfusion de bras à bras, en injectant dans les veines du sang provenant des veines.

En admettant qu'on trouve facilement des individus disposés à se laisser enlever la quantité de sang nécessaire pour la transfusion, le succès de cette opération, pratiquée suivant les indications qui précèdent, sera néanmoins toujours fort rare. Chacun sait, en effet, que le sang extrait des vaisseaux se coagule très-vite. Quelque rapidité que l'on apporte dans l'opération, on évitera difficilement la coagulation et les conséquences redoutables * qui résultent habituellement de l'injection de sang coagulé dans les vaisseaux. En outre, le sang injecté étant du sang veineux, son pouvoir vivifiant est fort minime.

Les recherches de divers expérimentateurs ont prouvé que le sang privé de sa fibrine ne perd pas ses propriétés vivifiantes, dues uniquement, comme nous l'avons dit, aux globules, tandis qu'il perd alors le pouvoir de se coaguler.

En défibrinant le sang, opération qui consiste simplement à le battre avec un petit balai d'osier ou une baguette de verre tordue, non-seulement on le prive de sa fibrine, mais encore on lui fournit l'oxygène qui lui manquait, c'est-à-dire qu'on le transforme en sang artériel. En injectant dans les vaisseaux du sang ainsi préparé, on est certain qu'il ne se coagulera pas comme le ferait du

* Obstruction de l'artère pulmonaire si les caillots sont trop gros, ou d'une autre artère s'ils sont plus petits.

sang veineux et qu'il possèdera, en outre, des propriétés vivifiantes bien supérieures à celles de ce dernier.

Malgré cette modification essentielle, l'opération serait d'une exécution difficile chez l'homme, si du sang humain était indispensable, comme on le répète souvent encore aujourd'hui et dans les ouvrages les plus récents. Mais les expériences de Brown-Séquart ont démontré que la transfusion faite avec du sang d'animaux d'une espèce peu différente de celle à laquelle appartient le sujet sur lequel on fait l'injection réussit parfaitement. Quand on opère sur l'homme, on peut, sans aucun inconvénient, employer le sang d'un mammifère quelconque, celui du mouton par exemple.

Les appareils proposés pour pratiquer la transfusion sont nombreux. Le plus simple et en même temps le meilleur est la seringue ordinaire. Le sang, défibriné et oxygéné par le battement, doit être maintenu à une température de 37 degrés pour l'homme *, il faut n'injecter qu'une petite quantité à la fois et avoir soin, en remplissant la seringue, d'éviter d'y laisser entrer de l'air. On injecte le liquide le plus loin possible du cœur, dans une veine d'un membre inférieur par exemple, en ayant soin de pousser l'injection lentement, sous peine de provoquer des accidents.

Telles sont les règles bien simples à suivre dans cette opération pour en amener le succès. Lorsqu'elles seront plus connues des médecins, la transfusion, qui n'est guère aujourd'hui qu'un sujet d'expérimentation, deviendra certainement une des plus utiles ressources de la thérapeutique. Il suffit, pour s'en convaincre, de rappeler les mémorables expériences de Brown-Séquart sur ce point. En pratiquant des injections de sang défibriné et oxygéné dans les vaisseaux du tronc et de la tête d'animaux décapités, ce physiologiste a vu la rigidité disparaître et la contractilité, la coloration des tissus, les battements des artères, les mouvements, toutes les propriétés vitales, en un mot, qu'on aurait pu croire anéan-

* Il vaut mieux maintenir le sang un peu au-dessous plutôt qu'au-dessus de cette température. Une simple élévation de 4 à 5 degrés le prive complétement de ses propriétés vivifiantes.

ties à jamais, graduellement renaître*. Les fonctions du cerveau, l'intelligence et la pensée renaîtraient-elles également dans une tête humaine dans les artères de laquelle on ferait une injection continue? Par analogie, il est permis de le croire, bien que l'expérience n'ait pas été encore faite. Le professeur Vulpian dit à ce sujet : « Si un savant tentait cette expérience sur une tête de supplicié, il assisterait à un grand et terrible spectacle : il pourrait rendre à cette tête ses fonctions cérébrales; il pourrait réveiller, dans les yeux et les muscles faciaux, les mouvements qui, chez l'homme, sont provoqués par les passions et les pensées dont le cerveau est le foyer. »

Rendre à volonté à l'être organisé qui l'avait fatalement perdue cette chose si immatérielle en apparence, nommée *la vie*, en un mot, ressusciter un cadavre, constitue assurément une des plus remarquables expériences — la plus remarquable peut-être — de la physiologie tout entière et une de celles qui doivent le plus prêter aux méditations des philosophes et des médecins.

C'est un sujet bien peu connu que la mort**, et qui, cependant, plus que tout autre, mériterait d'attirer nos recherches. Les observations faites par quelques expérimentateurs isolés nous laissent

* Brown-Séquart rapporte de la façon suivante une de ses plus remarquables expériences : « Je décapitai un chien en ayant soin de faire la section au-dessous de l'endroit où les artères vertébrales pénètrent dans leur canal osseux... Dix minutes après la cessation des mouvements respiratoires des narines, des lèvres et de la mâchoire inférieure, j'adaptai aux quatre trous artériels de la tête des cannles qui étaient en rapport par des tubes en caoutchouc avec un cylindre en cuivre par lequel j'injectai du sang chargé d'oxygène à l'aide d'une seringue. En deux ou trois minutes, après quelques légers mouvements désordonnés, je vis apparaître des mouvements des yeux et des muscles de la face *qui semblaient être dirigés par la volonté.* Je prolongeai l'expérience un quart d'heure, et, durant toute cette période, ces mouvements, en apparence volontaires, continuèrent d'avoir lieu. Après avoir cessé l'injection, ces mouvements cessèrent et furent bientôt remplacés par des convulsions des yeux et de la face, par les mouvements respiratoires des narines, des lèvres et des mâchoires, et ensuite par les tremblements de l'agonie. La pupille se dilata et se resserra ensuite comme dans la mort ordinaire. »

Dès 1812, Legallois avait prouvé qu'en réduisant un animal en tronçons plus ou moins nombreux, il est toujours possible de faire vivre séparément chacun de ces tronçons. Dans la poitrine isolée d'un lapin, il parvint à entretenir la vie pendant plusieurs jours.

** Dans diverses parties de cet ouvrage, notamment dans notre chapitre sur l'asphyxie, nous avons exposé le résumé de nos recherches personnelles sur la mort et sur les conditions dans lesquelles elle se manifeste habituellement. Nous y renvoyons le lecteur.

entrevoir à quelles conséquences pourraient conduire des recherches persévérantes tentées dans cette voie. Avant les conquêtes de la physiologie moderne, nul n'aurait pu ravir à l'inexorable destructrice des choses l'être vivant dont elle avait fait sa proie. Il n'en est plus toujours de même aujourd'hui. Sans doute, les résultats obtenus sont bien minimes encore; mais qui peut dire ce qu'ils seront un jour?

CHAPITRE IX.

CIRCULATION DU SANG.

§ 1er. *Histoire de la découverte de la circulation du sang.* — Erreurs relatives aux découvertes d'Harvey. — § 2. *Circulation du sang dans le cœur.* — Contractions du cœur. — Durée de la contraction et du repos de chacune de ses parties. — Poids considérable supporté par les valvules. — Vitesse des pulsations aux divers âges de la vie. — Influence de la taille et du sexe. — Cause des battements du cœur. — Bruits du cœur. — Indications qu'ils fournissent à la médecine. — Persistance prolongée des battements dans le cœur séparé du corps. — Les régulateurs de la circulation. Nerfs accélérateurs et modérateurs du cœur. — Explication physiologique des effets produits par les émotions sur les battements du cœur. — Rapports entre le cerveau et le cœur. — § 3. *Circulation du sang dans les vaisseaux.* — Pouls. — Tracé mécanique des pulsations artérielles. — Sphygmographe. — Causes qui font varier la tension artérielle. — Vitesse de la circulation du sang. — Circulation du sang dans les vaisseaux capillaires. — Théorie de l'inflammation. — § 4. *Action du système nerveux sur la circulation.* — Nerfs vaso-moteurs. — Explication de la congestion, de la pâleur, de la fièvre, par l'influence que les vaso-moteurs exercent sur les vaisseaux. — Rôle exagéré que la physiologie leur fait jouer. — § 5. *Circulation du sang dans la série animale.*

§ 1er.

HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DE LA CIRCULATION.

Le mécanisme de la circulation du sang, tel que nous allons l'exposer dans ce chapitre, est fort simple et il semble qu'il ait dû toujours être parfaitement connu. Cependant il n'en est rien. Avant le physiologiste Harvey, il était complétement ignoré. Les efforts des plus illustres observateurs avaient été impuissants à en soulever le voile.

Mais les grandes découvertes ne sont ni l'œuvre d'un jour ni l'œuvre d'un seul homme, moins encore l'œuvre du hasard, ainsi que le croit le vulgaire. L'imprimerie, la machine à vapeur, le télégraphe électrique ne sont pas sortis de toutes pièces du cerveau

d'un inventeur unique, comme on l'écrit fréquemment. Ce sont des monuments dont les fondements — bien longs à bâtir — ont exigé les efforts d'une foule de travailleurs. La découverte de la circulation a subi la loi commune. Elle fut préparée par un grand nombre de recherches, et, de même que Lavoisier pour la chimie, Harvey trouva tout prêts les matériaux dont son génie fit naître la lumière.

Les anciens savaient que le sang est contenu dans des vaisseaux en rapport avec le cœur, et, il y a plus de deux mille ans, Hippocrate connaissait la direction d'un grand nombre d'entre eux; mais, comme tous les médecins de l'antiquité, il croyait que les artères contiennent de l'air : erreur facile à expliquer quand on sait que sur les cadavres ces canaux ne renferment pas de sang, tandis que les veines en sont gorgées.

Le créateur de l'anatomie du moyen âge, Galien, étudia longuement la question. Le premier, il reconnut que les artères contiennent du sang. Il suffisait, pour cela, d'ouvrir un de ces vaisseaux sur un animal vivant, et c'est ce qu'il fit; mais il crut que ce liquide provient des veines par les communications existant entre elles et les artères et ne s'écoule au dehors que lorsque l'air que ces dernières étaient censées contenir s'était échappé.

Ce fut sur une série d'observations exactes, mais mal interprétées, que ce médecin célèbre édifia une théorie qui, pendant quatorze siècles, régna sans rivale. Suivant lui, les veines naissent du foie et les artères du cœur. Le sang formé dans le premier de ces viscères se divise en deux parties, dont l'une se dirige vers le cœur et l'autre directement vers les organes. Le liquide qui va au cœur s'y transforme en sang artériel en filtrant à travers les pores qu'il croyait exister dans la cloison qui sépare les ventricules; le liquide parti du foie et celui parti du cœur après sa transformation en sang artériel ne reviennent jamais à leur point de départ, ils sont absorbés par les tissus et il faut que le foie en produise toujours des quantités nouvelles.

Cette théorie fut admise sans opposition jusqu'au seizième siècle. A cette époque, Vésale prouva que les deux cavités du cœur ne communiquent pas. Michel Servet, que ses controverses religieuses

avec Calvin devaient conduire au bûcher, conclut de cette importante remarque que, puisque le sang du ventricule droit ne peut passer directement dans le ventricule gauche, il est obligé de faire un détour et de traverser le poumon avant d'y parvenir. Servet est donc l'auteur de la découverte de la circulation pulmonaire, c'est-à-dire de ce que les physiologistes ont nommé la *petite circulation*.

Quelques années plus tard, Césalpin, professeur à l'Université de Pise, fit pour la première fois, dans son ouvrage *De plantis*, allusion à la circulation, et quelques physiologistes ont cru pouvoir lui attribuer la découverte de cette fonction; mais ce qu'il en dit se borne à quelques lignes, auxquelles lui-même ne semble pas avoir attaché beaucoup d'importance.

Dans les premières années du dix-septième siècle, Fabrice d'Acquapendente, qui fut le maître d'Harvey, découvrit l'existence des valvules que contiennent les veines, et reconnut qu'elles sont disposées de façon à ne pas permettre au sang qui circule dans ces vaisseaux de revenir sur sa route.

Malgré ces découvertes successives, la vieille théorie de Galien régnait encore, et les luttes qu'Harvey eut à soutenir pour la détruire montrèrent à quel point elle était enracinée dans les esprits.

Ce fut en 1628 qu'Harvey fit connaître ses recherches. Le petit livre dans lequel il en consigna les résultats : *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, produisit une très-vive sensation. Jamais un ouvrage aussi méthodique n'était encore sorti de la plume d'un physiologiste.

L'illustre observateur commence d'abord par étudier les mouvements du cœur, et prouve que ce sont les contractions de cet organe qui lancent le sang dans les artères. Par des vivisections nombreuses sur les animaux du parc de Windsor, que le roi Charles Ier mettait à sa disposition, il constate : que ce n'est qu'après avoir été remplis de sang par les oreillettes, que les ventricules se contractent, et que cette contraction coïncide avec le soulèvement des artères; que le ventricule droit envoie le sang aux poumons, et le ventricule gauche dans l'aorte. Étudiant ensuite le jeu des valvules, des veines et du cœur, il reconnaît que le sang ne peut se mouvoir que dans une direction déterminée.

Que devient le sang projeté dans les artères par le cœur? Galien croyait, comme nous l'avons dit, que ce liquide est absorbé par les tissus et qu'il s'en forme constamment de nouvelles quantités dans le foie. En observant la proportion de sang, qui dans un temps donné, est lancée dans les artères par les contractions du cœur, Harvey reconnut qu'une masse aussi considérable ne saurait pas être continuellement formée par les sucs alimentaires, et que, d'un autre côté, des vaisseaux déjà pleins ne pourraient recevoir, sans se rompre, de nouvelles quantités de liquide s'ils ne laissaient pas écouler d'abord celui qu'ils contiennent. Il fut ainsi conduit à penser que la quantité de sang contenue dans les vaisseaux est invariable, et que ce liquide se meut dans un cercle fermé.

Si cette hypothèse est vraie, le sang doit circuler en sens contraire dans les vaisseaux qui le conduisent aux organes, c'est-à-dire les artères, et dans ceux qui le ramènent au cœur, c'est-à-dire les veines. L'expérience prouva la justesse de la théorie. Si on lie une artère, elle se gonfle au-dessus de la ligature. Si on lie une veine, le gonflement se produit au-dessous. Si l'on coupe une artère, le sang s'écoule avec force de la partie en communication avec le cœur; si l'on coupe une veine, la partie inférieure du vaisseau laisse seule échapper le liquide.

Harvey varia ses expériences et les répéta un grand nombre de fois. Après quatorze ans d'investigations patientes il crut sa théorie assez bien établie pour braver les objections et il la fit connaître.

Cette découverte fut accueillie comme le sont toutes les choses nouvelles qui heurtent des idées enracinées depuis longtemps. D'universelles clameurs s'élevèrent contre elle. La Faculté de Paris et les anatomistes les plus célèbres se signalèrent par la violence de leurs attaques.

L'œuvre d'Harvey reposait sur des bases trop solides pour qu'elle pût être ébranlée et l'évidence ne pouvait être niée longtemps. Alors on compulsa les vieux textes, afin de prouver que la doctrine de ce médecin ne contient rien de nouveau et qu'il est un simple compilateur; mais ces injustices et ces colères s'éteignirent peu à peu. Ce grand physiologiste eut le rare bonheur de vivre assez longtemps pour voir ses idées admises partout.

L'ancien médecin du roi Charles Ier mourut le 3 juin 1657, à l'âge de 80 ans, entouré de l'estime et de l'admiration de ses contemporains. A un génie supérieur, ce grand homme sut joindre les plus belles qualités du cœur, et dans des circonstances difficiles il fit preuve d'un dévouement sans bornes envers le monarque malheureux qui l'avait autrefois protégé, donnant ainsi l'exemple, toujours trop rare, d'une vie entière consacrée à la science et d'une inaltérable fidélité au malheur.

La découverte d'Harvey n'a pas reçu d'atteinte essentielle du temps. Mais elle a été complétée sur bien des points. Le mode de communication entre les artères et les veines fut trouvé quelques années après sa mort par l'anatomiste Malpighi, qui, en examinant au microscope les poumons d'une grenouille, vit le sang passer des artères dans les veines par les capillaires. Beaucoup d'autres progrès, ainsi que nous le verrons plus loin, ont été réalisés depuis cette époque. L'action de l'air sur le sang, l'influence du système nerveux sur la circulation, l'analyse du mouvement et des bruits du cœur ont été approfondies. Mais toutes ces découvertes ont celles d'Harvey pour base, et, en réalité, cet homme illustre a plus fait à lui seul pour la physiologie que tous les savants de l'antiquité et du moyen âge réunis.

§ II.

CIRCULATION DU SANG DANS LE CŒUR.

La marche du sang du cœur aux organes et des organes au cœur constitue la circulation.

Le cœur représente une pompe double en communication avec deux ordres de vaisseaux : les veines, qui lui apportent le sang; les artères, dans lesquelles il envoie ce liquide.

La pompe droite reçoit le sang des veines et le chasse aux poumons, d'où, après avoir subi l'action de l'air, il revient vers le cœur. La pompe gauche lance le liquide revenu des poumons dans les artères, vaisseaux qui le distribuent à toutes les parties du corps et dont les battements traduisent fidèlement les mouvements de la pompe qui les remplit.

Le sang qui a servi à l'entretien de toutes les parties du corps est ramené dans l'oreillette droite par les veines. Lorsque cette cavité est pleine, elle chasse son contenu dans le ventricule placé au-dessous d'elle, qui lui-même le lance bientôt dans l'artère pulmonaire chargée de le conduire aux poumons. Après avoir subi dans ces organes, sous l'influence de l'air, les modifications que

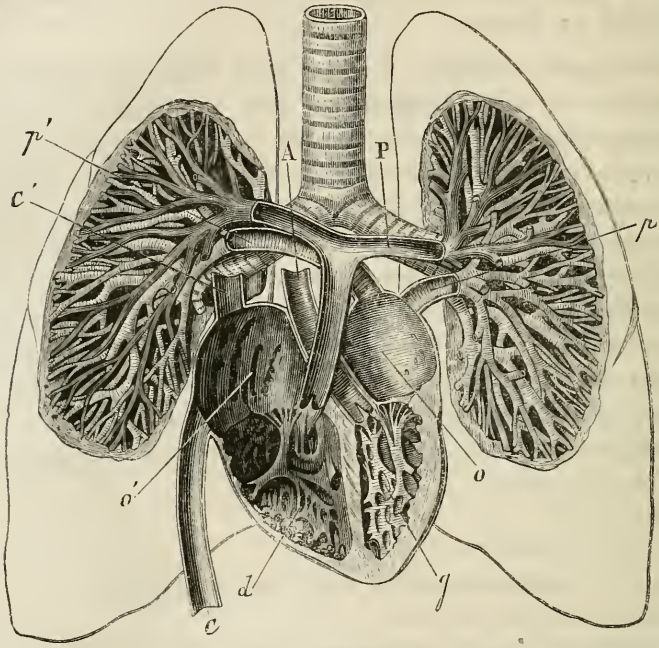


Fig. 99 — *Circulalion du sang dans le cœur et dans les poumons.**

nous avons décrites dans le précédent chapitre, le sang se dirige vers l'oreillette gauche par les veines pulmonaires, et de cette oreillette

* Le sang qui a servi à la nutrition des tissus, c'est-à-dire le sang veineux, arrive de toutes les parties du corps dans l'oreillette droite *o'* par les veines caves supérieure et inférieure *cc'*. De cette oreillette il passe dans le ventricule droit *d*, dont les contractions le lancent dans le poumon par les divisions de l'artère pulmonaire *P*. Après avoir subi dans cet organe l'action de l'oxygène, il se dirige vers l'oreillette gauche *o* par les veines pulmonaires *p p'*, puis, de cette oreillette, dans le ventricule gauche *g*, dont les contractions le lancent dans l'aorte *A*, chargée de le distribuer à toutes les artères. Dans les capillaires, le sang artériel échange ses matériaux nutritifs contre les matériaux usés des organes, puis revient par les veines à l'oreillette gauche pour recommencer de nouveau le trajet que nous venons de décrire.

dans le ventricule du même côté, dont les contractions le poussent dans l'aorte, puis dans les artères chargées de le distribuer à tous les organes.

En traversant les capillaires qui font communiquer les artères et les veines et dont les mailles circonscrivent les éléments des tissus, le sang épuise son action et perd ses propriétés vivifiantes, qu'il recouvre par un nouveau retour vers le cœur. La circulation de ce liquide se continue ainsi sans relâche jusqu'à la mort.

L'influence de l'oxygène de l'air serait insuffisante à elle seule pour rendre au sang ses propriétés vivifiantes ; mais nous avons vu, dans un précédent chapitre, qu'un liquide nommé *chyle*, produit de la digestion des aliments, vient s'y mélanger un peu avant son arrivée au cœur.

On a donné le nom de *petite circulation* à celle qui se passe du cœur droit au cœur gauche à travers les poumons, et de *grande circulation* à celle qui va du cœur gauche au cœur droit à travers les organes.

Contractions du cœur. C'est par l'influence des contractions du cœur que le sang chemine dans les vaisseaux qui le contiennent.

Cet organe exécute, depuis les premières manifestations de la vie jusqu'à leur cessation dernière, une série de mouvements rhythmiques consistant en une contraction alternative de ses oreillettes et de ses ventricules. Ses deux moitiés correspondantes fonctionnent et se reposent en même temps. Le sang amené aux oreillettes par les veines distend ces cavités. Lorsque la distension est suffisante, elles se contractent et poussent dans les ventricules le liquide qu'elles renferment; quand ces derniers sont remplis de sang, ils se contractent à leur tour et chassent leur contenu dans les vaisseaux. Le mouvement de contraction a été nommé *systole ;* celui de dilatation *diastole*.

C'est par la contraction des oreillettes que débutent les mouvements du cœur. Cette contraction dure 1/10 de seconde et elle est suivie d'un intervalle de repos à peu près aussi court; puis les deux ventricules se resserrent, et leur contraction, beaucoup plus

prolongée et beaucoup plus énergique que celle des oreillettes, est également suivie d'un temps de repos plus long; puis la contraction des oreillettes se reproduit.

Le relâchement des ventricules qui succède à leur contraction coïncide pendant un instant avec le repos des oreillettes, ces cavités n'ayant pas eu le temps de se remplir pendant l'évacuation des ventricules. Le cœur entier se trouve ainsi pour un moment complétement relâché. Ce repos cesse aussitôt que les oreillettes sont suffisamment pleines pour se contracter.

En supposant que la durée d'une révolution complète du cœur soit d'une seconde, on a calculé que la contraction des oreillettes se prolongerait 1/10 de seconde, celle des ventricules 4/10, et le repos de l'organe 5/10.

Le temps pendant lequel se repose le cœur est donc à peu près égal à celui pendant lequel il agit. Si cet organe ne se reposait pas après chaque battement, il cesserait bientôt de fonctionner. Chaque contraction amène, en effet, l'épuisement de sa force, mais chaque repos lui donne le temps d'acquérir une puissance nouvelle. Ces alternatives de repos et de travail se succèdent régulièrement pendant la vie entière. Quelques minutes de suspension amèneraient la mort.

Lorsque les oreillettes se contractent, elles poussent le sang dans deux directions : d'une part, vers les veines; de l'autre, vers les ventricules. Du côté des veines, il y a une résistance produite principalement par la masse du sang qui arrive au cœur; du côté des ventricules, il n'y en a pas. On comprend dès lors que le sang passe dans ces cavités.

Quand les ventricules se contractent à leur tour, les valvules qui les séparent des oreillettes se ferment par la pression du sang et empêchent ce liquide d'y retourner, tandis que celles qui fermaient les artères et empêchaient le sang de refluer vers le cœur s'ouvrent pour lui livrer passage.

La résistance des valvules sigmoïdes, placées aux orifices des artères aorte et pulmonaire, est considérable, car elles supportent une colonne sanguine dont le poids a été évalué à 1700 grammes. Chez l'homme, pour soulever ce poids relativement énorme, les ven-

tricules sont obligés de se contracter énergiquement; c'est pour

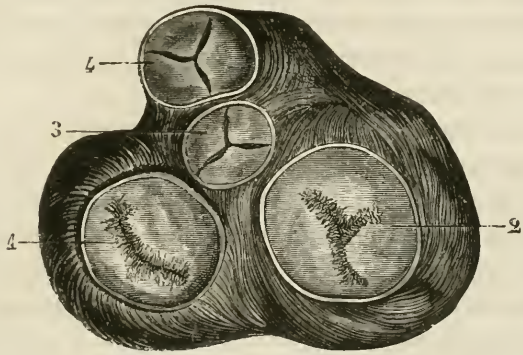


Fig. 100. — *Valvules du cœur**.

cette raison qu'il sont beaucoup plus volumineux que les oreillettes, qui n'ont pas de résistance à surmonter. Le ventricule gauche, qui

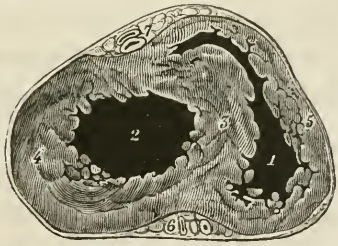


Fig. 101. — *Coupe du cœur destinée à montrer la différence d'épaisseur des ventricules.***

a plus de travail à effectuer que le ventricule droit, puisqu'il chasse le sang dans toutes les parties du corps, tandis que ce dernier ne l'envoie qu'aux poumons, a des parois plus épaisses, qui lui permettent de se contracter avec plus de force.

Le nombre des contractions du cœur varie aux différents âges de la vie. Chez l'homme, cet organe, au moment de la naissance,

* 1) Valvule mitrale. — 2) Valvule tricuspide. — 3) Valvules sigmoïdes de l'artère aorte. — 4) Valvules sigmoïdes de l'artère pulmonaire.

** 1) Ventricule droit. — 2) Ventricule gauche. — 3) Cloison séparant les ventricules. — 4) Paroi du ventricule gauche. — 5) Paroi du ventricule droit. — 6, 7) Graisse et vaisseaux coronaires.

bat 140 fois par minute ; à l'âge d'un an, il bat 120 fois ; chez l'adulte, 72 fois environ ; pendant la vieillesse, les battements sont un peu plus rapides, contrairement à l'opinion généralement répandue. Chez la femme, les contractions du cœur sont toujours plus fréquentes que chez l'homme.

La vitesse des pulsations du cœur est généralement en raison inverse de la taille. Plus la taille est élevée, moins les battements du cœur sont fréquents. Chez les grands mammifères, tel que le cheval et le bœuf, le cœur bat 40 fois par minute; chez les petits mammifères, tels que le chien, 110 fois ; chez le chat, 240 fois ; chez beaucoup d'oiseaux, plus de 300 fois. L'homme lui-même ne semble pas échapper à cette loi : le cœur des individus de haute taille se contracte moins fréquemment que celui des sujets dont la stature est moins élevée.

La fréquence des battements du cœur est augmentée par l'exercice, la chaleur, la diminution de la pression atmosphérique, le travail digestif etc. Dans une étuve chauffée à 50 degrés centigrades, le nombre des pulsations s'élève à 145 par minute. Le froid, le sommeil, l'élévation de la pression atmosphérique le ralentissent au contraire. Une douche d'eau froide peut l'abaisser momentanément à 50.

Pendant qu'il se contracte, le cœur se porte en avant; sa pointe se relève et vient frapper les parois du thorax, au niveau de la cinquième côte ; en même temps il s'abaisse un peu et exécute un léger mouvement de torsion autour de son axe longitudinal. Ces mouvements ont été très-nettement observés par Harvey sur le blessé dont nous avons parlé.

La cause des battements du cœur n'est pas encore connue. Quelques physiologistes l'attribuent à ce que le sang projeté dans les courbures de l'aorte tend à redresser ce canal, et par suite le cœur qui y est fixé. D'autres comparent les déplacements de cet organe au mouvement de recul des armes à feu ; lorsque la contraction des ventricules fait pénétrer le sang dans les artères, le cœur se trouverait repoussé en sens contraire de leur direction. Ces diverses hypothèses ont soulevé de nombreuses objections.

Bruits du cœur. — Les battements du cœur s'accompagnent de certains bruits qu'on peut percevoir facilement en appliquant l'oreille contre les parois de la poitrine. On entend alors deux bruits distincts, séparés par un très-court intervalle et auxquels succède un moment de silence; puis les deux bruits se reproduisent.

Le *premier bruit* est sourd et prolongé. Il a son maximum d'intensité vers le bord supérieur de la cinquième côte, un peu au-dessous et en dehors du mamelon gauche, c'est-à-dire, par conséquent, au niveau de la pointe du cœur. Il coïncide avec la contraction des ventricules, mais il n'est pas produit uniquement par le choc du cœur contre les parois thoraciques, car on l'entend encore chez les animaux auxquels a été enlevée la partie de la poitrine qui recouvre cet organe. Il semble dû principalement à la brusque fermeture des valvules auriculo-ventriculaires. On constate, en effet, un claquement tout à fait analogue dans les tubes où une colonne liquide en mouvement se trouve brusquement arrêtée par la fermeture d'une soupape.

Le *deuxième bruit* est sec, clair, et de moindre durée que le premier; son maximum d'intensité se trouve à la base du cœur, c'est-à-dire au niveau de l'articulation de la deuxième côte avec le sternum. Il coïncide avec la période de relâchement des ventricules, et est dû à la brusque fermeture des valvules sigmoïdes, qui, ouvertes sous l'influence de la pression qu'exerce la colonne sanguine poussée par les contractions des ventricules, se referment aussitôt que cette pression a cessé. Nous avons vu que les valvules sigmoïdes supportent une pression évaluée à 1700 grammes environ. On conçoit facilement qu'une soupape surmontée d'un poids semblable doit retomber avec force lorsque la puissance qui la soulevait cesse d'agir. Quand on supprime l'action des valvules sigmoïdes, en les fixant aux parois des artères au moyen de crochets, le deuxième bruit du cœur disparaît, ce qui prouve bien qu'il était dû à la fermeture de ces valvules.

Les orifices auriculo-ventriculaires et les valvules qui les recouvrent peuvent éprouver diverses altérations pathologiques de nature à modifier les bruits du cœur. L'étude de ces modifications

permet, ainsi que nous le verrons dans le prochain chapitre, de reconnaître avec exactitude les maladies dont cet organe peut être atteint. Lorsque, par exemple, les valvules sigmoïdes ferment incomplétement les orifices artériels, on entend un bruit de souffle qui coïncide avec le second bruit. Dans le langage médical, pour désigner ces modifications, au lieu de dire : bruit de souffle au premier bruit, bruit de souffle au second bruit, on dit : *bruit de souffle au premier temps, bruit de souffle au second temps**.

Régulateurs de la circulation. — Influence du système nerveux sur les mouvements du cœur. Lorsqu'on enlève le cœur de la poitrine d'un animal vivant, et qu'on le pose sur une table, on voit cet organe continuer à battre avec la plus grande régularité pendant un certain temps. En répétant cette expérience sur de jeunes chats préalablement soumis à l'action du chloroforme et par conséquent insensibles à la douleur, j'ai reconnu que les battements se prolongeaient un quart d'heure environ. Chez des grenouilles empoisonnées avec de la nicotine, j'ai vu les battements persister plus de 10 heures après la mort.

Ces expériences curieuses montrent que les mouvements du cœur peuvent se faire en dehors de l'action du cerveau et de la moelle épinière, puisque dans un cœur séparé de l'animal il n'y a plus aucune communication avec ces parties. Mais elles ne prouvent pas, comme on l'a cru pendant longtemps, que le cœur soit indépendant du système nerveux. L'anatomie a constaté, en effet, qu'il contient des nerfs. S'il continue à battre après avoir été isolé, c'est que l'action des éléments nerveux que son tissu renferme n'est pas immédiatement épuisée et s'exerce pendant quelque temps encore sur ses fibres musculaires.

Les rapports fonctionnels du cœur et du système nerveux sont loin d'être complétement élucidés ; d'après des recherches toutes récentes, il semble probable que cet organe reçoit des nerfs de

* Chaque pulsation du cœur peut, en réalité, être décomposée en trois temps. 1er temps : contraction du ventricule; 2e temps : dilatation du ventricule; 3e temps : repos du cœur. C'est à la fin de ce troisième temps que se fait la contraction des oreillettes.

deux sortes. Les uns, *nerfs accélérateurs*, émanant de la moelle épinière et du grand sympathique, ont pour fonction spéciale d'exciter ses contractions. Les autres, *nerfs modérateurs*, provenant du bulbe rachidien et du pneumogastrique, déterminent son relâchement. A l'état normal, ces actions se contre-balancent alternativement, de façon que le cœur se contracte et se relâche tour à tour. Mais que, sous l'influence d'une excitation suffisante, la galvanisation des pneumo-gastriques par exemple, l'action des nerfs qui modère les mouvements du cœur soit accrue, cet organe s'arrêtera aussitôt, et l'arrêt se prolongera jusqu'à ce que, épuisés par le courant, les nerfs modérateurs ne fonctionnent plus et laissent les nerfs accélérateurs reprendre leur action. Le cœur se remettra alors à battre, malgré la continuation de l'influence électrique. Quand, au lieu d'exciter les nerfs modérateurs, on vient à supprimer leur action en pratiquant la section du tronc d'où ils émanent, les filets nerveux qui accélèrent les mouvements du cœur sont alors seuls à agir, et cet organe se met à battre avec une grande rapidité.

L'influence d'une excitation vive sur les nerfs modérateurs du cœur nous permet de comprendre comment les émotions peuvent déterminer le ralentissement ou même la suspension des mouvements de cet organe. Si l'émotion est légère, le ralentissement du cœur est de courte durée et suivi d'une surexcitation d'énergie; la vitesse de la circulation s'accroît, et les tissus recevant plus de sang dans un temps donné, la peau rougit. Si l'émotion a été plus vive, le ralentissement se prolongeant davantage, le sang n'arrive plus en quantité suffisante aux téguments, et ces derniers pâlissent. Une colère violente produit généralement cet effet. Quand enfin l'émotion est très-intense, le cœur s'arrête complétement, et le cerveau ne recevant plus le sang nécessaire à l'entretien de ses fonctions, un état de mort apparente, nommé *syncope*, se manifeste. Le sang, n'arrivant plus régulièrement aux poumons, se charge d'un excès d'acide carbonique, dont le premier effet est de stimuler le cœur et d'amener, par suite, le retour de ses contractions. Chez des individus très-impressionnables, l'arrêt de cet organe peut cependant être assez prolongé pour que la mort arrive.

Nous voyons, d'après ce qui précède, que si le cerveau agit sur le cœur par l'intermédiaire des nerfs, le cœur, de son côté, agit sur le cerveau par le sang qu'il lui envoie. Ces deux parties sont donc liées par des rapports incessants, et le rôle que les poëtes et les littérateurs font jouer au cœur n'est pas aussi illusoire qu'on pourrait le supposer. Sans doute, cet organe est, comme nous l'avons dit, complétement insensible, il est étranger au plaisir et à la douleur, mais il subit l'action du cerveau, qui perçoit la sensation, et ce n'est qu'après avoir exercé indirectement leur influence sur le cœur que les passions impriment à la face ces changements rapides de coloration qui les trahissent.

§ 3.

CIRCULATION DANS LES VAISSEAUX.

Le sang circule dans les artères en raison de l'impulsion que lui a communiquée le cœur et en raison aussi de l'élasticité de ces vaisseaux. Dilatées par la pression du sang, les parois des artères reviennent sur elles-mêmes et contribuent à chasser leur contenu vers les capillaires.

Le soulèvement des parois des artères par l'afflux de la colonne sanguine peut se percevoir facilement quand on applique le doigt sur une artère reposant sur un plan résistant, comme l'artère radiale au poignet, par exemple. Le choc produit par chaque augmentation de la tension artérielle a reçu le nom de *pouls*.

L'examen du pouls fournit des indications fort utiles dans les maladies. Autrefois on se contentait d'explorer les artères avec le doigt; mais cette méthode d'investigation peu précise a fait place à des moyens, qui, empruntés aux sciences physiques, sont d'une exactitude rigoureuse.

En appliquant sur le trajet des artères un levier mobile terminé par un crayon, on peut obtenir sur un cylindre de papier, auquel un mécanisme d'horlogerie imprime un mouvement uniforme, une courbe dont l'aspect varie suivant la fréquence, la force et la régularité du pouls. Parmi les appareils construits sur ce principe,

le *sphygmographe* imaginé par Vierordt et perfectionné par M. Marey est le plus usité. Les moindres variations éprouvées par le pouls, variations parfois si fugitives qu'elles échapperaient au doigt le plus exercé, sont tracées par l'instrument. Diverses affections du cœur peuvent être ainsi diagnostiquées avec une précision très-grande.

La tension du sang dans les artères est considérable; nous avons vu que la pression supportée par les valvules sigmoïdes, chez l'homme, peut être évaluée à 1700 grammes. Les saignées abondantes, les lésions du système nerveux, l'administration du tabac, du chloroforme etc., diminuent cette tension. Le froid l'augmente, au contraire, en produisant la contraction des artères.

Dans les veines, le sang circule en vertu de l'impulsion que conserve la colonne sanguine artérielle après avoir traversé les capillaires; le sang y arrivant avec une vitesse uniforme, le phénomène du pouls ne s'y produit habituellement pas.

Le retour du sang veineux vers les extrémités des membres est empêché par les valvules que contiennent les veines. Sa marche en avant est favorisée par les contractions musculaires et aussi par les mouvements d'inspiration, qui, en faisant le vide dans la poitrine, et par suite dans le péricarde, l'attirent vers le cœur. L'influence du vide ne se fait pas sentir sur le liquide contenu dans les artères, parce que leur ouverture dans le cœur est fermée par les valvules sigmoïdes.

La tension du sang est beaucoup moindre dans les veines que dans les artères; on le reconnaît facilement à la différence de hauteur du jet de liquide qui sort de chacun de ces vaisseaux après leur section. Celui qui jaillit des artères est beaucoup plus élevé que celui qui s'échappe des veines.

A mesure que le sang s'éloigne du cœur, il perd de sa rapidité par suite des résistances qu'il est obligé de vaincre sur sa route. Dans les carotides, sa vitesse est en moyenne d'un quart de mètre par seconde, c'est-à-dire de 1 kilom. environ à l'heure. Dans les régions éloignées du cœur, le mouvement est très-ralenti. Dans les capillaires, qui, réunis, ont un diamètre très-supérieur à celui des artères, les globules sanguins ne parcourent guère qu'un demi-mil-

limètre par seconde, c'est-à-dire moins de 2 mètres par heure *. A partir des capillaires jusqu'au cœur, le sang gagne au contraire en vitesse, car il s'engage dans des conduits qui, comparés à l'ensemble des capillaires réunis, forment des canaux de plus en plus étroits.

Si le sang était forcé de traverser dans son circuit les capillaires les plus petits, il éprouverait des résistances qui ralentiraient beaucoup sa vitesse. Mais, comme il existe entre les veines et les artères des communications au moyen de gros capillaires ou même d'artérioles et de veinules qui s'abouchent directement, une grande partie du liquide peut passer par la voie plus directe, pendant que le reste du courant suit lentement les petits capillaires.

Pour parcourir le cercle entier de la circulation, c'est-à-dire partir du ventricule gauche pour revenir à l'oreillette droite, le sang met une demi-minute environ. On a trouvé cette vitesse en injectant dans une des jugulaires d'un cheval du cyanoferrure de potassium, composé qui forme avec les sels de fer un précipité bleu caractéristique, et en recevant le sang de la jugulaire du côté opposé dans des verres qu'on changeait toutes les cinq secondes. La coloration donnée par les sels de fer indiquait le moment où arrivait le ferrocyanure, et par suite le temps qu'il avait mis pour parcourir l'appareil circulatoire tout entier.

Les artères, ainsi que nous l'avons dit, communiquent avec les veines au moyen des vaisseaux nommés *capillaires*, dont les mailles circonscrivent les éléments des tissus. C'est à travers les parois de ces petits canaux que se fait l'échange entre les matériaux usés des organes et les matériaux nouveaux apportés par le sang. La circu-

* La masse du sang qui, dans un temps donné, traverse l'ensemble des capillaires est forcément égale à celle qui traverse l'aorte dans le même temps. Si la vitesse dans chaque capillaire est beaucoup moindre que dans les artères, c'est que le diamètre des capillaires réunis est beaucoup supérieur à celui de ces canaux. La vitesse du sang dans ces deux ordres de vaisseaux doit être, d'après les lois de la mécanique, en raison inverse de la grandeur de l'aire de chacun d'eux. Comme on connaît d'une part le diamètre de l'aorte et la vitesse du sang qui y circule, et d'autre part la vitesse du sang dans les capillaires, on peut trouver par le calcul l'aire de tous les capillaires réunis. D'après Vierordt, la surface de section de l'ensemble des capillaires est 800 fois plus élevée que l'aire de l'aorte à son origine.

lation de ce liquide y étant excessivement lente, sa marche peut être examinée au microscope. C'est sur la membrane natatoire de la patte d'une grenouille que l'observation est le plus facile *; on voit les globules se mouvoir dans un liquide incolore comme des poissons rouges qui se presseraient en nombre considérable vers l'embouchure d'un canal. Quelques capillaires sont si étroits que les globules sanguins ne peuvent y cheminer qu'un à un **.

* En endormant préalablement la grenouille avec une ou deux gouttes de chloroforme, on la rend complétement immobile et on peut alors observer la circulation sans lui faire subir aucune mutilation.

** **Théorie moderne de l'inflammation.** — C'est dans les vaisseaux capillaires que les phénomènes de l'*inflammation* prennent naissance. Ses caractères extérieurs principaux sont, comme on le sait, la rougeur, la chaleur, le gonflement et la douleur de la partie atteinte. On peut facilement étudier son début en examinant au microscope la membrane interdigitale de la patte d'une grenouille sur laquelle on verse une goutte d'un acide concentré. On voit d'abord les capillaires se rétracter par suite de l'excitation des nerfs vaso-moteurs et la circulation s'accélérer dans leur cavité. Mais bientôt, sous l'influence de la paralysie consécutive à l'excitation trop vive de ces mêmes nerfs, les capillaires se dilatent, le courant sanguin se ralentit, les globules s'accumulent dans les vaisseaux distendus, qu'ils peuvent même déchirer en quelques points, et la circulation finit par s'arrêter dans la partie enflammée. La stase du sang est bientôt suivie de l'exsudation à travers les parois des vaisseaux d'un liquide ordinairement fibrineux qui se mélange aux éléments du tissu dans lequel il est épanché et éprouve des modifications fort diverses. C'est à la production de ce liquide et aux transformations qu'il subit que sont dues les fausses membranes de la péritonite et de la pleurésie, l'hépatisation de la pneumonie, l'induration qui précède la formation du pus dans les phlegmons etc.

Si le produit de l'exsudation, après des transformations successives, telles notamment que sa liquéfaction quand il est solide, vient à être résorbé, tous les phénomènes de l'inflammation disparaissent et on dit que cette dernière s'est terminée par *résolution*. La terminaison est dite par *régression* si le tissu ou l'exsudat n'arrivent qu'à un degré d'organisation moins élevé que celui qu'ils possédaient d'abord. La transformation graisseuse est le processus régressif le plus fréquemment observé. Elle se manifeste fréquemment à la suite d'inflammation des reins, du foie et de divers viscères.

Si l'inflammation ne se termine pas par régression ou par résolution, les produits sécrétés s'organisent et subissent des modifications profondes, soit que leurs éléments augmentent de nombre (*hyperplasie*), soit qu'ils augmentent de volume (*hypertrophie*), soit qu'ils se transforment en membranes où se développent bientôt des vaisseaux et des nerfs (*néomembranes*), soit encore — chez les individus prédisposés — qu'ils se transforment en éléments cancéreux. Ces formations nouvelles, qu'on désigne sous le nom de *néoplasies*, ont le plus souvent pour résultat apparent le gonflement et le durcissement de la partie enflammée, d'où le nom de terminaison par *induration* qu'on a donné à ces modes de terminaison de l'inflammation.

Enfin, les produits de l'exsudation non résorbée peuvent se transformer en cellules analogues aux globules blancs du sang et qui constituent le pus. La formation du pus, c'est-à-dire la *suppuration*, est le mode de terminaison le plus commun de l'inflammation.

Certaines substances, telles que l'acétate d'ammoniaque, le nitrate de potasse, l'iodure et le bromure de potassium, semblent activer la circulation capillaire en augmentant la fluidité du sérum. D'autres, telles que les acides, le perchlorure de fer, l'alcool, paraissent la ralentir en coagulant quelques-uns des principes que le sang contient.

§ 4.

ACTION DU SYSTÈME NERVEUX SUR LA CIRCULATION.

Nous avons vu que les artères de petit et de moyen calibre sont munies de fibres musculaires dont la contraction peut faire varier le calibre de ces vaisseaux et par suite diminuer la quantité de sang qui y arrive. Ces fibres sont placées, ainsi que nous l'avons dit également, sous l'influence de filets nerveux nommés *nerfs vaso-moteurs*, branches du grand sympathique. Par leur action sur les fibres musculaires des artères, ils règlent le cours du sang dans ces vaisseaux de même que les écluses règlent le cours de l'eau dans les canaux; et comme les diverses fonctions, depuis les plus humbles manifestations de l'animalité jusqu'aux plus élevées, sont liées à la plus ou moins grande rapidité de la circulation, il s'ensuit que les filets nerveux dont nous parlons ont une influence considérable sur tous les phénomènes de la vie. L'étude approfondie de leur action a conduit à modifier complétement les anciennes théories sur la fièvre, l'inflammation, la congestion etc.

L'influence du système nerveux sur la circulation a été mise en évidence par une belle expérience de Cl. Bernard. En coupant à un lapin les filets du grand sympathique se distribuant aux artères d'un côté de la face, ce physiologiste constata que la peau de cette région rougissait et que sa température s'élevait, ce qui prouve que les artères se trouvent relâchées par la paralysie des filets nerveux qu'elles reçoivent. Si l'on excite par l'électricité les filets nerveux coupés, les fibres musculaires des vaisseaux se contractent de nouveau, et ces derniers reprenant leur calibre normal, les phénomènes précédents disparaissent.

Partant de ces données, complétées par de nombreuses expé-

riences, on a attribué à l'excitation ou à la paralysie des vaso-moteurs une foule de phénomènes, tels que la congestion, l'inflammation, les secrétions, la fièvre etc.

Lorsque, sous l'influence d'une paralysie locale de ces filets nerveux, les capillaires se relâchent dans une partie du corps, on observe dans cette région un gonflement accompagné de rougeur, par suite de la quantité de sang plus considérable qu'elle reçoit. L'excitation des vaso-moteurs détermine, au contraire, la contraction des artères et produit la pâleur de la partie atteinte, dans laquelle le sang arrive moins abondamment.

Si, au lieu de n'être dilatés que dans un point du corps, les capillaires le sont partout, le cœur, ayant une résistance moindre à vaincre, bat plus fréquemment, sans pour cela dépenser plus de force, le sang circule plus rapidement, et les phénomènes de la fièvre se produisent. La fréquence des pulsations résulte donc alors, non d'un surcroît dans la force d'impulsion du sang, mais uniquement d'une diminution de résistance du côté des capillaires.

La physiologie et la pathologie modernes font jouer, comme on le voit, un rôle considérable aux filets nerveux que reçoivent les fibres musculaires des vaisseaux. La tendance actuelle est même de placer la plupart des phénomènes morbides sous l'influence des nerfs vaso-moteurs, absolument comme on voulait, il y a quelques années à peine, faire dépendre presque tous les états pathologiques de l'irritation ou de l'inflammation des organes. Le physiologiste doit fuir ces entraînements. L'étude de l'influence du système nerveux sur la circulation est encore à ses débuts; on sait que cette influence est considérable, mais elle est loin d'être complétement élucidée. Pourquoi les nerfs vaso-moteurs sont-ils paralysés ou excités tantôt dans des régions localisées, tantôt dans toutes les parties du corps, et cela sous des influences en apparence identiques? nous l'ignorons. Faut-il admettre, avec quelques observateurs, que les artères reçoivent, comme le cœur, deux ordres de filets nerveux, déterminant, les uns leur élargissement, les autres leur contraction? nous l'ignorons également. De l'étude de ces questions surgiront sans doute des enseignements nouveaux, dont la médecine tirera évidemment profit pour expliquer le mécanisme

des maladies et le mode d'action des remèdes; mais jusqu'à ce moment, peut-être bien éloigné encore, une sage réserve est nécessaire.

§ 5.

CIRCULATION DANS LA SÉRIE ANIMALE.

Chez les mammifères et les oiseaux, le cœur présente la même disposition que chez l'homme, et la circulation s'opère d'une façon analogue.

Chez les reptiles, il y a deux oreillettes, mais un seul ventricule, qui contient par conséquent du sang veineux et du sang artériel,

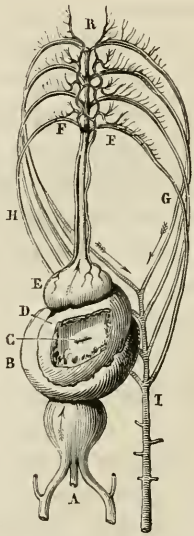


Fig. 102. — *Circulation du sang chez les poissons* *.

ce qui fait que les organes ne reçoivent qu'un mélange de ces deux liquides. Chez quelques sauriens, tels que le crocodile, le cœur possède quatre cavités comme celui des mammifères; mais le sang vei-

* A) Sinus veineux, tronc commun de toutes les veines. — B) Oreillette. — C) Ouverture faisant communiquer l'oreillette et le ventricule. — D) Ventricule. — E) Bulbe artériel contractile et artère branchiale, portant le sang aux branchies. — F, F) Vaisseaux se ramifiant dans les branchies. — G, H) Veines branchiales transmettant le sang à l'aorte I.

neux et le sang artériel se mélangent, à quelque distance du cœur, par un vaisseau qui part du ventricule droit pour rejoindre l'aorte descendante après qu'elle a fourni les carotides. De cette façon, la tête de l'animal reçoit du sang artériel pur, et la partie postérieure du corps, du sang mélangé.

Chez les poissons, il n'y a qu'une oreillette et qu'un ventricule; le sang se rend directement des branchies, qui font l'office de poumons, aux diverses parties du corps, sans repasser par le cœur. Cet organe n'est donc traversé que par du sang veineux et correspond, par conséquent, au cœur droit des mammifères.

Les mollusques n'ont qu'un cœur à deux cavités comme les poissons; mais, au lieu d'être placé sur le trajet du sang veineux, il se trouve sur celui du sang artériel. Le sang veineux n'y arrive qu'après avoir traversé l'appareil respiratoire et, par conséquent, après s'être transformé en sang artériel.

Chez les insectes, le cœur est remplacé par un long vaisseau contractile situé le long de la région dorsale au-dessus du tube digestif. Le sang ne circule pas dans des vaisseaux fermés, mais dans des lacunes que les organes laissent entre eux.

Aux derniers degrés de l'échelle vivante, l'appareil circulatoire est plus imparfait. Chez quelques zoophytes, on distingue des vaisseaux faisant communiquer le tube digestif avec les organes; chez d'autres, le liquide nourricier s'infiltre dans les tissus à travers le tube digestif. Plusieurs de ces animaux ne sont autre chose, en réalité, qu'un sac qui digère et se reproduit.

CHAPITRE X.

HYGIÈNE DE LA CIRCULATION ET PHYSIOLOGIE DES TROUBLES DE CETTE FONCTION.

§ 1er. *Explication des phénomènes produits par l'irrégularité des fonctions du cœur.* Altérations qui peuvent atteindre cet organe ou les orifices faisant communiquer ses diverses parties. — Rétrécissement et insuffisance. — Cause des bruits de souffle entendus dans les maladies du cœur et indications qu'ils fournissent. — Périodes des maladies du cœur. — Conséquences physiologiques d'une lésion du cœur. — Formation d'une lésion secondaire annulant la lésion primitive. — Hypertrophie compensatrice. — Dangers d'une compensation exagérée. — Dernière période des maladies du cœur. — Rupture de la compensation. — Défaut d'équilibre entre la tension des veines et celle des artères. — Causes de l'œdème et de la gêne de la respiration. — Terminaison des maladies du cœur. — Bases physiologiques du traitement des affections du cœur. — Action stimulante de la digitale à petite dose et paralysante à dose élevée. — Règles physiologiques de son emploi. — Rôle de la saignée et des purgatifs. — § 2. *Explication des phénomènes produits par les troubles locaux de la circulation.* — Conséquences résultant d'un apport trop considérable ou insuffisant du sang à un organe. Congestion et anémie. — Physiologie de la congestion et de l'anémie cérébrales et de leur traitement.

En nous basant sur les connaissances précédemment exposées, nous allons essayer de donner dans ce chapitre l'explication physiologique des phénomènes qui peuvent résulter des troubles divers de la circulation. Indispensables au médecin qui tient à comprendre la marche des maladies, les indications de cette nature figurent trop rarement dans la plupart des ouvrages de pathologie. Faire connaître les symptômes d'une affection est assurément fort utile; mais indiquer la cause de ces symptômes présente souvent une utilité bien plus grande encore.

Nous expliquerons d'abord les phénomènes qui sont la conséquence d'une altération dans les fonctions du cœur. Nous étudierons ensuite les accidents qui peuvent se manifester lorsque la circulation locale d'un organe devient irrégulière, soit parce que

le sang y afflue en quantité trop considérable, ce qui constitue la *congestion*, soit, au contraire, parce qu'il y arrive en quantité insuffisante, ce qui constitue l'*anémie* *.

§ 1er.

EXPLICATION DES PHÉNOMÈNES PRODUITS PAR L'IRRÉGULARITÉ DES FONCTIONS DU CŒUR.

Le cœur est, comme nous l'avons vu, une pompe foulante en communication avec deux ordres de vaisseaux : les veines, qui lui apportent le sang, et les artères, dans lesquelles ses contractions projettent ce liquide. Cette pompe foulante est munie de soupapes, dont nous avons précédemment décrit le jeu et les fonctions. Que la résistance de ses parois soit diminuée par une cause quelconque, ou bien qu'un des orifices qu'elle contient soit rétréci ou incomplétement fermé par la soupape qui le garnit, la circulation du liquide sera évidemment gênée.

Deux classes d'altérations peuvent troubler la circulation du sang dans le cœur : les unes affectent le tissu de l'organe lui-même, telles, par exemple, que sa dilatation et son hypertrophie ; les autres atteignent les orifices qui font communiquer ensemble ses diverses cavités ou les valvules qui les obturent.

La diminution du diamètre de l'orifice qui fait communiquer entre elles deux parties du cœur constitue le *rétrécissement*. L'impuissance des valvules, par suite de leur fermeture incomplète, à

* Nous ne comprenons pas dans cette classification très-simple le trouble général de la circulation auquel on a donné le nom de *fièvre*, état pathologique qui accompagne, comme on le sait, la plupart des maladies aiguës et est principalement caractérisé par l'accélération du pouls et par une élévation de la température du corps résultant de l'exagération des combustions qui se passent au sein de l'organisme. La physiologie est encore impuissante à expliquer les causes de ce phénomène. La théorie de sa production sous l'influence de la contraction et de la paralysie successives des nerfs vaso-moteurs ne jette pas une lumière suffisante sur un grand nombre des phénomènes observés. Nous négligerons donc son étude comme nous le ferons dans cet ouvrage pour les divers phénomènes morbides dont la physiologie ne peut nettement indiquer les causes.

opposer un obstacle suffisant au retour du sang dans la cavité d'où il sort constitue l'*insuffisance*. Ces deux lésions peuvent exister simultanément au même orifice, c'est-à-dire que ce dernier peut être à la fois rétréci et incomplétement fermé.

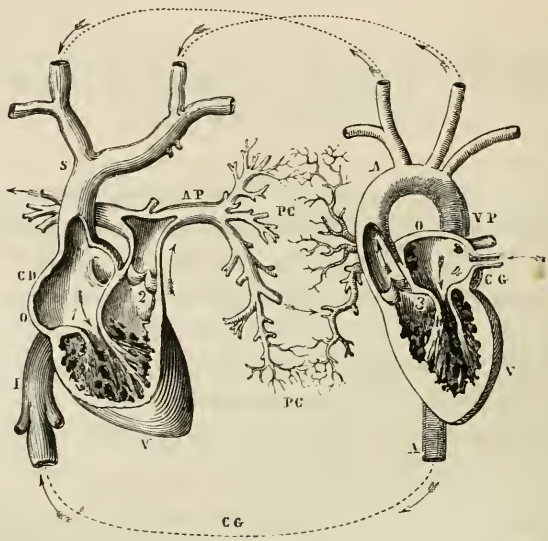


Fig. 103. — *Cœur divisé en deux moitiés, ouvertes chacune pour montrer les orifices auriculo ventriculaires et les valvules.* *

Le rétrécissement et l'insuffisance peuvent atteindre les divers orifices du cœur, c'est-à-dire celui qui fait communiquer chaque oreillette avec le ventricule placé au-dessous d'elle (*orifice auriculo-ventriculaire*) et celui qui met cet organe en relation avec les artères (*orifices aortique et pulmonaire*).

Soit qu'elles gênent le passage du sang d'une cavité dans l'autre, ce qui arrive dans le rétrécissement, ou qu'elles per-

* C D. Cœur droit. — C G. Cœur gauche. — P C. Poumons. — O, O. Oreillettes. — V. V. Ventricules. — A. Aorte. — A P. Artère pulmonaire. — V P. Veines pulmonaires. — S. Veine cave supérieure. — I. Veine cave inférieure. — 1, 2, 3, 4) Valvules. — Les flèches indiquent le trajet suivi par le sang. Le sang veineux, amené de toutes les parties du corps à l'oreillette du cœur droit C D par les veines caves S, I, passe ensuite dans le ventricule droit, dont les contractions le chassent dans l'artère pulmonaire A P, qui le conduit aux poumons P C; après s'y être transformé en sang artériel, il se rend dans l'oreillette du cœur gauche C G par les veines pulmonaires V P et passe dans le ventricule gauche, qui le lance dans l'aorte A, dont les branches le distribuent à tous les tissus. Après avoir perdu à leur contact ses propriétés vivifiantes, il revient de nouveau au cœur droit par les veines, pour recommencer le même trajet.

mettent le retour du sang dans la cavité qu'il vient de quitter, ce qui est la conséquence de l'insuffisance, ces diverses lésions produisent sur la circulation des effets dont la physiologie peut facilement expliquer le mécanisme.

Lorsque le diamètre des divers orifices du cœur est normal et que les valvules destinées à les fermer à certains moments fonctionnent régulièrement, le sang passe facilement d'une cavité dans l'autre, et l'oreille, appliquée contre la poitrine, ne perçoit, pendant une révolution du cœur, que les deux bruits produits par le claquement de ses valvules. Si, au contraire, le courant sanguin rencontre un orifice rugueux ou rétréci, ou bien encore que le jeu imparfait des valvules permette au sang de refluer dans l'oreillette, l'oreille percevra des bruits de souffle, dont le moment et le siége révèleront le point atteint *.

* **Bruits morbides du cœur.** — Les bruits morbides du cœur peuvent se produire pendant la contraction ou pendant la dilatation des ventricules, c'est-à-dire au premier ou au second temps.

Le *premier bruit* ou *bruit du premier temps*, bruit sourd qui a son maximum d'intensité, comme nous l'avons vu, au niveau de la pointe du cœur, c'est-à-dire derrière la cinquième côte, un peu au-dessous et en dehors du mamelon, est dû au claquement des valvules qui ferment les orifices auriculo-ventriculaires pour empêcher le sang chassé par la contraction des ventricules de refluer dans les oreillettes. Si le jeu des valvules est imparfait, ce qui constitue l'*insuffisance auriculo-ventriculaire*, le sang pourra refluer dans l'oreillette et produire un bruit de souffle accompagnant le premier bruit normal du cœur. Il se produira également un bruit de souffle au premier temps, si l'aorte, dans laquelle est chassé le sang par la contraction du ventricule gauche, est rétrécie à son orifice, affection qui constitue le *rétrécissement aortique*. Un bruit de souffle au premier temps, c'est-à-dire accompagnant le premier bruit du cœur, indique donc une insuffisance de l'une des valvules fermant les orifices auriculo-ventriculaires ou un rétrécissement aortique.

Pendant la dilatation des ventricules, c'est-à-dire pendant le *second temps*, la brusque fermeture des valvules qui empêchent le sang des artères de refluer dans le ventricule produit le *second bruit* ou *bruit du second temps*, bruit sec, clair, ayant son maximum d'intensité à la base du cœur, c'est-à-dire au niveau de l'articulation de la deuxième côte avec le sternum. Si l'orifice qui fait communiquer l'oreillette avec le ventricule est rétréci ou rugueux, le passage du sang se fera avec un bruit de souffle. Il se produira également un bruit analogue si les valvules artérielles, insuffisantes pour fermer l'orifice des artères, permettent au sang de refluer dans le ventricule. Un bruit de souffle au second temps, c'est-à-dire accompagnant le deuxième bruit du cœur, indiquera donc une insuffisance artérielle ou un rétrécissement de l'orifice auriculo-ventriculaire.

La prédominance à droite ou à gauche des bruits que nous venons de décrire fait reconnaître s'il s'agit d'une maladie du cœur droit ou du cœur gauche; leur siége à

Trois périodes peuvent être envisagées dans la série des phénomènes produits par les maladies du cœur. La première, *période de début*, où, sous l'influence de causes diverses, inflammation des membranes du cœur consécutive à un rhumatisme, hérédité, excès, chagrins, affections des poumons etc., la lésion de l'organe se manifeste; la seconde, *période de lutte*, dans laquelle le cœur, au moyen d'efforts énergiques, arrive à surmonter les entraves apportées au cours du sang par la lésion; la troisième, *période d'impuissance*, dans laquelle, épuisé par ses efforts incessants, l'organe a perdu la force nécessaire pour surmonter l'obstacle qui entrave la marche du sang et où se manifestent alors tous les symptômes généraux qu'engendre la gêne d'une fonction aussi essentielle que la circulation.

Supposons une lésion quelconque du cœur établie, rétrécissement de l'un de ses orifices ou insuffisance de l'une de ses valvules, par exemple, et examinons les conséquences que cette lésion va produire.

Le premier effet de l'entrave apportée par la lésion du cœur à la circulation sera d'obliger cet organe à un surcroît de travail pour surmonter l'obstacle qui gêne son action.

la base ou à la pointe du cœur permet de reconnaître si on a affaire à un rétrécissement artériel ou à une insuffisance auriculo-ventriculaire. Ces indications, du ressort de la pathologie, ne peuvent trouver leur place que dans les ouvrages spéciaux. Elles sont, du reste, résumées dans le tableau suivant, qui indique les bruits de souffle que l'on rencontre habituellement dans les principales affections du cœur.

Bruit de souffle au premier temps.	*Maximum d'intensité à la pointe du cœur, c'est-à-dire au-dessous du mamelon* : Insuffisance auriculo-ventriculaire. *Maximum d'intensité à la base du cœur, c'est-à-dire au-dessus du mamelon* : Rétrécissement aortique.
Bruit de souffle au deuxième temps.	*Maximum d'intensité à la pointe du cœur, c'est-à-dire au-dessous du mamelon* : Rétrécissement de l'orifice auriculo-ventriculaire. *Maximum d'intensité à la base du cœur, c'est-à-dire au-dessus du mamelon* : Insuffisance aortique. (Le pouls, dans cette affection, est bondissant et très-dépressible.)

Les indications tirées de l'absence ou de la présence de ces bruits sont loin, du reste, d'avoir la valeur qu'on leur attribue généralement. Plusieurs d'entre eux existent fréquemment sans affection du cœur, dans la chlorose par exemple; et, d'autre part, des affections fort graves de cet organe peuvent subsister longtemps sans aucun bruit, ainsi que nous le verrons plus loin.

Mais tout muscle soumis à des contractions répétées et énergiques augmente de volume, c'est-à-dire s'hypertrophie ; il suffit d'observer les muscles du bras chez les forgerons, ceux du mollet chez les danseurs, pour s'en convaincre. Obligé de dépenser plus d'efforts pour chasser la surcharge sanguine qu'il contient, soit parce que la cavité en amont de l'obstacle ne peut se vider, ce qui arrive dans le rétrécissement, soit parce que le sang y reflue, ce qui se produit dans l'insuffisance, le cœur finit, comme le mollet trop fréquemment exercé des danseurs, par s'hypertrophier, c'est-à-dire que ses parois augmentent de volume et deviennent par suite susceptibles d'une plus grande énergie.

Cette nouvelle lésion du cœur, consécutive à la première, mais produisant des effets directement opposés, pourra la *compenser*, d'où le nom de *lésion compensatrice* qu'on lui donne habituellement. Elle aura naturellement son siége en amont de l'obstacle relativement au cours du sang, mais quelquefois fort loin de la cavité qui en est la plus voisine. Un rétrécissement de l'orifice auriculo-ventriculaire amène une hypertrophie de l'oreillette placée au-dessus; mais l'insuffisance de la valvule fermant l'orifice auriculo-ventriculaire *gauche* produit l'hypertrophie du ventricule *droit*. Dans ce cas, en effet, le sang, chassé également dans l'oreillette et dans l'aorte, au lieu de l'être seulement dans cette dernière, refluera dans le poumon en y créant un obstacle qui ne pourra être alors vaincu que par l'exagération des contractions du ventricule chargé de faire circuler le sang dans ce dernier organe, c'est-à-dire le ventricule droit *.

Tant que l'hypertrophie compensatrice dure, le malade ne souffre pas de sa lésion du cœur, et bien qu'elle soit souvent assez grave pour que ses jours soient comptés, les phénomènes de la circulation restent normaux.

Il arrive quelquefois cependant, dans cette période des maladies du cœur, que l'hypertrophie compensatrice trop exagérée produit, en dépassant son but, un excès de compensation dont le malade a plus à souffrir que de la lésion primitive elle-même. Il est exposé

* L'examen attentif de la figure 103 permet de comprendre facilement le mécanisme de l'hypertrophie du ventricule droit consécutive à l'insuffisance de l'orifice auriculo-ventriculaire gauche.

dans ce cas aux accidents que peuvent occasionner l'énergie trop grande des contractions du cœur et la tension exagérée des artères qui en est la suite, c'est-à-dire aux congestions et à l'apoplexie. Toutes les causes qui tendront alors à augmenter la puissance déjà trop considérable du cœur et qui, à l'état normal, seraient sans effet, telles, par exemple, que l'usage de boissons chaudes ou excitantes, la compression des vaisseaux du bassin par le gonflement de l'intestin dans la constipation, la pléthore passagère produite par un repas abondant, seront quelquefois suffisantes pour amener ces redoutables complications.

Ainsi, pour résumer ce qui précède, nous voyons que les lésions du cœur ont d'abord pour résultat commun de provoquer une lésion compensatrice, qui, agissant en sens contraire de la lésion primitive, peut en neutraliser les effets.

Malheureusement, les choses ne durent pas toujours ainsi et tôt ou tard le moment arrive où, le cœur étant fatigué de la lutte, la rupture de la compensation se produit, troisième et dernière période des affections de cet organe.

Usées par leur activité même, les parois hypertrophiées du cœur dégénèrent, perdent de leur énergie et, au lieu de réagir contre la pression du sang, se laissent dilater par elle*. Leurs contractions deviennent insuffisantes pour débarrasser l'organe de l'excès de sang qui le surcharge, et alors apparaissent une série de symptômes, variés dans leurs effets, mais reconnaissant tous pour cause l'impuissance relative des contractions du cœur, impuissance qu'on a justement caractérisée par le terme d'*asystolie*.

Le premier effet du ralentissement de l'énergie des contractions du cœur est la rupture de l'équilibre entre la tension veineuse et la tension artérielle. Les artères recevant trop peu de sang par suite de la faiblesse des contractions de l'organe chargé de les approvisionner, la diminution de leur contenu a nécessairement pour conséquence l'augmentation du contenu des veines. La masse du sang étant invariable, il est évident, en effet, que le liquide qui ne se trouve plus d'un côté doit se retrouver de l'autre.

* *Anévrysme passif* des anciens auteurs.

L'accroissement de la pression du sang dans les veines a lui même pour conséquence, outre des congestions veineuses à la périphérie du corps et des divers viscères (foie, reins, poumons, cerveau etc.), la transsudation du sérum dans les tissus, d'où l'œdème des extrémités et les hydropisies qu'on observe habituellement dans les maladies du cœur. Les veines du poumon se vidant difficilement, cet organe se congestionne également et le malade respire avec une difficulté qu'accroît le moindre exercice. Cette gêne de la respiration est favorisée du reste par une oxygénation incomplète du sang, qui, ne venant pas s'oxygéner assez rapidement dans les poumons, reste en partie à l'état veineux, ce qu'on reconnaît facilement à l'injection violette des téguments des malades. Cette coloration spéciale de la peau, aux joues et aux lèvres notamment, la gêne de la respiration à la suite de l'ascension d'un escalier, et l'œdème des extrémités, suffisent souvent pour révéler l'existence d'une affection du cœur.

L'oxygénation incomplète du sang n'a pas pour résultat unique de contribuer à augmenter la gêne de la respiration. Imparfaitement régénéré et surchargé par suite d'acide carbonique, le sang devient impuissant à remplir la plus importante de ses fonctions, c'est-à-dire la nutrition des tissus, et la vitalité de ces derniers décroît chaque jour. Un état particulier de dégénérescence et d'anémie, habituellement désigné sous le nom de *cachexie cardiaque*, envahit bientôt la constitution tout entière.

Mais la diminution de la vitalité des tissus atteint aussi le cœur lui-même et a nécessairement pour conséquence d'affaiblir encore son action déjà trop faible. Le malade se trouve alors enfermé dans un cercle vicieux dont la fatale issue est la mort.

Cette troisième et dernière période des maladies du cœur où, par suite de l'affaiblissement de la lésion compensatrice, l'organe devient impuissant à entretenir la circulation avec une activité suffisante, ne se manifeste pas subitement, comme on pourrait le croire, mais bien par évolutions intermittentes.

Quand arrive le moment où le cœur commence à se fatiguer de la lutte, la moindre cause capable d'exiger de lui un supplément d'énergie (fatigues, efforts musculaires, excès, chagrins, affection

des poumons etc.) produit une rupture momentanée de l'équilibre entre la tension des veines et celle des artères, et tous les accidents (congestion pulmonaire, gêne de la respiration, œdème etc.) que nous avons signalés plus haut. Non vaincu toutefois encore, le cœur reprend bientôt le dessus; les accidents, après une durée de quelques jours, se dissipent complétement, et le malade se croit guéri. Mais, sous l'influence de causes de plus en plus légères, les accidents ne tardent pas à se répéter, révélant ainsi que la fatigue de l'organe s'accroît chaque jour et que la lutte ne sera plus longue. L'intervalle des attaques diminue en effet ; elles ne se produisaient d'abord que sous l'influence d'une cause déterminée, un excès de fatigue par exemple; elles se manifestent maintenant sans cause apparente, et le jour arrive où la compensation ne peut même plus être passagèrement rétablie. Alors, aux accidents éphémères, résultant de la rupture momentanée de la compensation, viennent se joindre ceux qu'engendre sa rupture définitive, c'est-à-dire une nutrition insuffisante et une dégénérescence de tous les tissus qui entraînent rapidement la mort.

La physiologie des troubles de la circulation dus à une lésion du cœur est, comme nous le voyons, bien claire. Les phénomènes s'enchaînent rigoureusement et, si l'on a bien présentes à l'esprit les explications précédemment données, les règles qui doivent présider au traitement des maladies du cœur sont faciles à déterminer. Puisque ce n'est, en effet, que grâce à l'existence d'une lésion compensatrice que l'équilibre peut se maintenir entre la tension des veines et celle des artères, malgré l'affection dont l'organe est atteint, le traitement devra avoir nécessairement pour but d'entretenir cette lésion. Toute médication n'ayant pas ce résultat sera évidemment nuisible. La diète et la saignée, si en usage il y a quelques années contre les affections du cœur, ne peuvent, dans la très-grande majorité des cas, que les aggraver rapidement.

Pour favoriser la lésion secondaire, compensatrice de la lésion primitive, il est évident qu'il faut éloigner d'abord les causes qui peuvent, en produisant la faiblesse des contractions du cœur, diminuer son action. Les veilles, les fatigues et toutes les causes qui exigent une activité plus grande de la circulation et, par consé-

quent, augmentent le travail d'un organe déjà surchargé doivent être naturellement évitées avec soin. Il en sera de même des causes capables d'occasionner des affections des poumons et de gêner par suite la circulation dans un organe où elle est déjà entravée.

Quant au traitement proprement dit, l'affection ne pouvant rester latente qu'à la condition d'être compensée par une énergie supplémentaire du cœur, on devra, par tous les moyens possibles, favoriser et entretenir le développement de cette énergie. Ce n'est évidemment pas avec la saignée qu'on obtiendra ce résultat. Elle ne peut être utile que pour diminuer rapidement la surcharge veineuse dans des cas de congestion imminente. Outre les reconstituants généraux, tels qu'une bonne alimentation, le quinquina, l'hydrothérapie etc., le meilleur remède que nous possédions pour lutter contre l'affaiblissement des contractions cardiaques est la digitale; mais ce médicament précieux ne peut être efficacement employé qu'autant que l'on possède sur son action les indications les plus précises.

Longtemps la digitale a été considérée, et dans la plupart des ouvrages de pathologie on la considère encore comme un sédatif du cœur. Ce n'est cependant que d'une façon très-indirecte qu'elle produit cet effet. Loin de diminuer l'énergie des contractions cardiaques, la digitale les augmente au contraire, et c'est précisément en agissant ainsi qu'elle régularise les palpitations et les mouvements désordonnés du cœur dont se plaignent les malades. Sous son influence, les pulsations acquièrent une force qui en fait disparaître l'irrégularité et la fréquence.

La digitale est en réalité le tonique et le régulateur du cœur. Sans doute, dans les expériences sur les animaux, on la voit produire le ralentissement des battements de cet organe et sa paralysie finale; mais c'est uniquement parce qu'étant employée à doses élevées, elle agit comme poison. La phase d'excitation qui précède la paralysie est dans ce cas tellement fugitive qu'elle passe inaperçue.

La digitale ayant pour effet d'accroître les battements du cœur, ne doit être administrée que lorsqu'il y a faiblesse évidente des contractions de cet organe et que la rupture de la compensation se

produit. Sans utilité lorsque l'énergie du cœur est suffisante, son usage devient dangereux lorsqu'elle est exagérée, comme dans l'hypertrophie, par exemple. Dans le premier cas, en effet, cette substance développerait dans le cœur un excès d'activité inutile, qui produirait son épuisement et hâterait la rupture de la compensation; dans le second, en stimulant ses contractions déjà trop vives, elle pourrait provoquer tous les accidents résultant d'une tension artérielle trop considérable, c'est-à-dire les congestions et l'apoplexie.

Ce n'est donc qu'à titre de médicament stimulant que la digitale doit être administrée dans les maladies du cœur. Il faut la donner à petite dose (10 à 50 centigr. de feuilles pulvérisées en infusion par jour), pendant un temps suffisant pour qu'elle produise son action, mais pas trop prolongé, car ce médicament s'accumule dans l'organisme et finirait à la longue par produire les phénomènes de paralysie du cœur, dont nous avons parlé plus haut, et par conséquent ne ferait qu'accroître la faiblesse des contractions qu'il a pour mission de combattre*.

Cet exemple du rôle de la digitale nous montre une fois de plus encore combien variable est l'action des remèdes, suivant l'état du malade auquel on les administre, et combien ils peuvent être dangereux quand leur emploi n'est pas réglé par des connaissances physiologiques précises.

On a proposé, pour remplacer la digitale, le café, qui semble stimuler les contractions du cœur et augmenter la tension artérielle; mais son emploi nous paraît présenter plus d'un inconvénient. Sur des personnes qui en font journellement usage, l'habitude aura évidemment émoussé son action; sur des individus qui

* Pour reconnaître le moment où l'on doit suspendre l'administration de la digitale, on a proposé un moyen fort simple, précisément basé sur le rôle physiologique de cette substance. La digitale augmentant, à petite dose, l'énergie des contractions du cœur et la tension du sang dans les artères, a pour résultat d'accroître la quantité d'urine sécrétée par les reins. Ralentissant au contraire, à dose élevée, l'énergie du cœur, elle diminue alors la tension artérielle et, par suite, la sécrétion urinaire. En se guidant sur ces données on peut poser comme règle que, lorsqu'après avoir administré la digitale un certain temps, on voit le volume de l'urine sécrétée journellement diminuer et revenir à ce qu'il était au début du traitement, l'heure de suspendre l'administration du remède a sonné.

ne sont pas accoutumés à ses effets, il pourra peut-être accroître l'activité cardiaque, mais il excitera dangereusement le système nerveux, ordinairement très-irritable chez les personnes atteintes d'une affection du cœur.

La digitale n'est pas, du reste, le seul remède auquel nous puissions avoir recours pour rétablir, lorsqu'il est rompu, l'équilibre entre la tension veineuse et la tension artérielle. Au lieu de chercher à accroître la tension artérielle, comme on le fait avec la digitale, on peut chercher simplement à diminuer la tension veineuse. En agissant ainsi, on augmente indirectement la puissance du cœur, puisque, allégé d'une portion de la masse sanguine qu'il doit supporter, il peut, avec une force égale, produire des effets supérieurs. Ne possédant aucune substance qui diminue la tension veineuse, comme nous en avons pour augmenter la tension des artères, nous sommes obligés d'agir mécaniquement sur elle par la saignée; mais le mieux obtenu est alors passager et tout à fait trompeur, car la perte de sang affaiblit les forces et ralentit l'énergie du cœur.

La saignée n'est utile que lorsque le malade, par suite d'une tension veineuse exagérée, se trouve sous la menace d'une congestion cérébrale ou pulmonaire, ou que la faiblesse du pouls, la cyanose, la gêne excessive de la respiration indiquent une asphyxie prochaine qu'il faut rapidement conjurer, quitte à combattre ensuite l'effet affaiblissant de la saignée par des stimulants (café, alcool, linge chaud sur le cœur etc.).

Les purgatifs qui produisent des sécrétions séreuses abondantes diminuent, comme la saignée, la tension veineuse; mais ils agissent d'une façon moins énergique et moins rapide. Ils sont utiles surtout dans les cas d'hydropisie abondante.

Ainsi, en augmentant la force motrice du cœur, comme le fait la digitale, ou en diminuant l'obstacle que cet organe doit vaincre, comme le font la saignée et les purgatifs, on obtient des résultats momentanément identiques. La physiologie nous enseigne d'une façon précise dans quelles circonstances nous devons avoir recours à ces divers moyens, et, grâce à ses indications précieuses,

nous pouvons bien souvent prolonger la vie de malades atteints d'affections dont l'ancienne médecine, dans son ignorance des causes, ne faisait qu'accélérer la marche.

§ 2.

EXPLICATION DES PHÉNOMÈNES PRODUITS PAR LES TROUBLES LOCAUX DE LA CIRCULATION. — CONGESTION ET ANÉMIE.

Les troubles locaux de la circulation capables d'affecter les divers organes peuvent être ramenés, comme point de départ, à deux causes. Dans la première, le sang afflue en quantité trop considérable à l'organe; c'est la *congestion* avec toutes les conséquences qu'elle peut entraîner à sa suite, l'inflammation, l'hydropisie, l'hémorrhagie etc. Dans la seconde, le sang n'arrive pas ou arrive en quantité insuffisante à l'organe qu'il a pour mission de nourrir; c'est l'*anémie*, qui amène avec elle le ralentissement de l'activité vitale des tissus, quand elle est partielle, et leur mort quand elle est complète.

Congestions. Pour que la circulation se maintienne régulièrement dans un organe, il est nécessaire qu'il y ait équilibre entre la quantité de sang qui entre dans cet organe et celle qui en sort. Que l'apport artériel augmente sans que la dépense veineuse s'accroisse, ou inversement, que cette dernière diminue, le premier restant constant, il s'accumule dans l'organe plus de sang qu'il n'en peut sortir, ce qui constitue la *congestion*.

La congestion due à un afflux de sang trop considérable est dite *congestion active* ou *fluxion*. Celle provenant, au contraire, d'une dépense de sang insuffisante est dite *congestion passive* ou *engorgement*. Le sang arrivant par les artères et sortant par les veines, il en résulte que c'est dans le système artériel que se passent les phénomènes de la congestion active, et dans le système veineux que se manifestent ceux de la congestion passive.

La *congestion active* peut être produite, soit par l'augmentation de la pression artérielle, ce qui arrive par exemple quand, une

partie des vaisseaux d'une région étant oblitérée par une ligature, les vaisseaux situés au-dessous de l'obstacle reçoivent, en supplément de ce qu'ils recevaient habituellement, tout le sang qui aurait dû passer par les premiers (*fluxion compensatrice*), soit par la dilatation des capillaires qui arrivent à un organe. La coloration de la peau que l'on observe quand on applique à sa surface une substance irritante ou un corps chaud est une congestion due à cette dernière cause.

La congestion active des vaisseaux est souvent le point de départ de l'*inflammation*, phénomène que nous avons suffisamment décrit dans un précédent chapitre pour qu'il soit inutile d'y revenir. Elle amène l'*hémorrhagie* lorsqu'elle est assez intense pour que la limite d'élasticité des vaisseaux soit atteinte. Ces derniers sont alors forcés de se rompre sous l'excès de la pression qu'ils supportent.

La *congestion passive* est due, comme nous l'avons dit, au ralentissement de la circulation veineuse, que ce ralentissement soit produit par l'affaiblissement de l'impulsion artérielle ou par l'augmentation de la pression veineuse sous l'influence d'un obstacle gênant l'écoulement du sang ou encore par ces deux causes réunies, comme cela arrive, par exemple, dans les affections du cœur.

Les phénomènes de la congestion passive sont tout différents de ceux de la congestion active, ce qui se comprend facilement quand on se rappelle que les seconds sont dus à la présence d'un excès de sang artériel, dont la coloration est rouge et les propriétés nutritives considérables, tandis que les premiers sont dus à la présence d'un excès de sang veineux, dont la coloration est noirâtre et les propriétés nutritives presque nulles. Les parties qui sont le siége d'une congestion active ont une teinte d'un rouge intense, tandis que celles qui sont le siége d'une congestion passive ont une couleur livide. Les congestions actives fréquemment répétées d'un organe amènent son hypertrophie par suite d'un excès de nutrition dû à la quantité considérable de sang artériel dont il est baigné. Les congestions passives entraînent, au contraire, la diminution de la vitalité des tissus et quelquefois leur atrophie ou leur mort, par

suite de l'impuissance du sang veineux à entretenir la vie des organes.

Comme la congestion active, la congestion passive peut devenir une cause d'hémorrhagie quand la limite d'élasticité des vaisseaux est atteinte. Mais, sans arriver à l'hémorrhagie, l'accroissement de la pression veineuse peut provoquer dans l'intérieur des tissus une infiltration de la partie liquide du sang, à laquelle on a donné le nom d'*hydropisie* ou d'*œdème*, suivant qu'elle se produit dans les membranes séreuses ou dans le tissu cellulaire sous-cutané. La compression de la veine d'un membre amène l'infiltration œdémateuse de ce membre. La compression des deux veines caves, dans lesquelles aboutissent toutes les veines du corps, produit une hydropisie générale; celle de la veine cave supérieure ou de la veine cave inférieure, l'hydropisie de la partie supérieure ou inférieure du corps.

Les lésions pulmonaires, telles que la phthisie, qui rétrécissent le champ de la circulation dans les poumons, peuvent produire l'hydropisie générale; les lésions du cœur ne produisent souvent que l'hydropisie des membres inférieurs, bien que la circulation soit gênée dans les deux veines caves; mais cela tient à ce que la pesanteur favorise le passage du sang de la veine cave supérieure dans l'oreillette, tandis qu'elle gêne son ascension dans la veine cave inférieure.

Diverses altérations du sang, telles que l'augmentation de la proportion d'eau qu'il renferme, des modifications éprouvées dans la composition de quelques-uns de ses principes etc., peuvent considérablement favoriser la transsudation de sa partie liquide à travers les vaisseaux qui le contiennent, ce qui s'explique par la diminution de sa fluidité et la propriété que peuvent acquérir ses principes fibrineux de se coaguler facilement dans les vaisseaux et de gêner par suite le cours du sang. Les hydropisies qu'on observe chez les convalescents et les individus atteints d'albuminurie peuvent être expliquées de cette manière.

Les explications physiologiques qui précèdent vont nous permettre de comprendre facilement comment la congestion et l'hémorrhagie

peuvent se produire dans un organe quelconque, le cerveau par exemple. Dans la congestion cérébrale nous retrouverons les deux formes de congestions que nous avons décrites.

L'augmentation de la pression dans les carotides, due à un obstacle au passage du sang de l'aorte dans les diverses branches qui se rendent aux membres, tel, par exemple, que le rétrécissement de cette artère, une tumeur sur son trajet, la compression exercée sur elle par les matières fécales durcies par une constipation prolongée etc., produiront la congestion active du cerveau et l'hémorrhagie, qui en est la conséquence quand elle est trop considérable.

Le ralentissement de la circulation à la surface du corps, sous une influence quelconque, un froid excessif ou un bain glacé par exemple, la suppression d'un flux habituel, tel que les hémorrhoïdes, agiront de même en diminuant la dépense du sang artériel dans les organes éloignés du cerveau, et par conséquent en augmentant son afflux dans ce dernier.

Les veilles, les excès, les fatigues produisent également la congestion active du cerveau, probablement par la paralysie des nerfs *vaso-moteurs* des vaisseaux de cet organe, paralysie qui a pour conséquence leur dilatation et par suite la réception d'une quantité de sang trop considérable pour qu'elle puisse sortir assez rapidement par les veines.

Toutes les causes qui gêneront le retour du sang du cerveau vers le cœur, comme la compression des jugulaires par la pendaison ou simplement par un faux-col trop serré, un obstacle quelconque apporté à l'écoulement du sang de la veine cave supérieure dans l'oreillette, l'insuffisance de la valvule tricuspide notamment, produiront la congestion passive.

Dans l'opinion populaire, l'état de pléthore qu'on observe chez les individus réputés sanguins serait la cause habituelle des congestions cérébrales. On ne peut nier que cet état y prédispose; mais en se reportant à ce qui précède, on comprendra facilement que l'hémorrhagie cérébrale peut parfaitement se produire dans des états complétement opposés à la pléthore, c'est-à-dire dans l'anémie. La congestion n'est, en effet, comme nous l'avons vu, qu'un défaut d'équilibre entre la quantité de sang qui arrive

à un organe et celle qui en sort, défaut d'équilibre évidemment indépendant de la masse de liquide qui circule dans les vaisseaux.

Comme dans la congestion de tous les organes, l'hémorrhagie cérébrale se manifeste aussitôt que l'excès de la pression du sang dans les vaisseaux est devenu supérieur à leur élasticité. Elle sera naturellement favorisée par les affections qui diminuent l'élasticité de ces vaisseaux en amenant leur dégénérescence. L'âge, les excès alcooliques, l'anémie agissent dans ce sens et prédisposent ainsi indirectement à l'hémorrhagie cérébrale.

La saignée est-elle utile dans la congestion et l'apoplexie cérébrales, comme l'a enseigné l'ancienne médecine pendant une si longue série de siècles? La physiologie va nous éclairer sur ce point.

Si l'impulsion du cœur est faible, le pouls irrégulier, le sujet affaibli, il est évident que la saignée, en diminuant la masse du sang, réduira la quantité de ce liquide qui afflue au cerveau et produira ainsi l'anémie de cet organe et les accidents mortels qui peuvent en devenir la suite. Au lieu de saigner et d'affaiblir par là l'énergie du cœur, il faudra, dans ce cas, au contraire, tâcher de stimuler ses contractions par les excitants locaux et généraux (vin chaud, alcool, application de fers chauds et de sinapismes sur la poitrine etc.).

Si, au contraire, le choc du cœur est énergique, le pouls régulier, l'individu vigoureux, on peut avoir recours à la saignée. Elle aura pour résultat de diminuer la surcharge veineuse du cerveau et en facilitant la circulation artérielle, de rétablir les fonctions de cet organe.

Anémie. Lorsque le sang arrive en quantité insuffisante à un organe ou n'y arrive plus, il en résulte un état pathologique absolument opposé à celui que nous venons de décrire et auquel on a donné le nom d'*anémie*.

En étudiant le sang, nous avons vu que les organes ne peuvent continuer à vivre qu'à la condition que ce liquide baigne constamment leurs éléments. Il suffit de comprimer l'artère principale

d'un membre pour que ce membre s'engourdisse et se paralyse rapidement.

L'anémie d'un organe peut offrir tous les degrés, depuis le simple ralentissement de la circulation et le ralentissement correspondant de l'activité de ses fonctions jusqu'à la cessation complète de l'arrivée du sang dans cet organe, d'où résultent rapidement son atrophie et sa mort.

Examinons les symptômes que l'anémie va produire dans un organe quelconque, le cerveau par exemple. Comme celles de tous les tissus, les fonctions cérébrales sont intimement liées à la présence du sang. Que ce liquide cesse d'y parvenir en quantité suffisante, elles se ralentissent. Elles se suspendent s'il cesse complétement d'y arriver, et une mort passagère, nommée *syncope*, se produit. C'est elle qu'on voit se manifester à la suite d'hémorrhagies abondantes ou lorsque, la masse du sang étant considérablement diminuée, comme dans la convalescence des longues maladies, le malade vient à se lever et porte ainsi dans la partie inférieure du corps, par l'action de la pesanteur, le sang que la position horizontale faisait affluer en quantité suffisante au cerveau. Le meilleur moyen de faire cesser l'anémie cérébrale produite par les causes précédentes sera évidemment de coucher le malade la tête un peu plus basse que le reste du corps, afin de ramener au cerveau le sang qu'il ne recevait plus en proportion nécessaire pour entretenir ses fonctions. La compression momentanée, par un lien circulaire, des artères des quatre membres, moyen qui a pour résultat de diminuer l'afflux du sang dans les extrémités du corps, et par suite d'augmenter la quantité de ce liquide qui peut arriver au cerveau, favorisera également la disparition des accidents.

Rien ne ressemble plus, dans certains cas, aux effets produits par l'anémie du cerveau que ceux déterminés par la congestion de cet organe, c'est-à-dire par un état pathologique absolument contraire. Les phénomènes constatés (douleurs de tête, vertiges, étourdissement etc.) sont souvent tout à fait identiques dans les deux cas, et la confusion résultant de cette analogie a dû être fatale à plus d'un malade, en portant le médecin à saigner des

individus qu'il supposait frappés de congestion, alors qu'en réalité ils étaient atteints d'anémie. Saigner dans le cas d'anémie cérébrale, c'est accroître considérablement les chances de mort, car on diminue ainsi la proportion déjà insuffisante du sang qui arrivait au cerveau. Le diagnostic différentiel n'est cependant réellement difficile que dans un petit nombre de cas. Lorsque le malade est vigoureux, coloré, que le pouls est dur, les impulsions du cœur énergiques, que rien n'indique une affection cardiaque, il est évident qu'on doit avoir affaire à de la congestion et non à de l'anémie. On devra songer à l'anémie, au contraire, chez un sujet peu vigoureux, dont le pouls est faible, les impulsions cardiaques languissantes, et chez lequel le décubitus horizontal, au lieu d'accroître les accidents, les diminue.

L'anémie cérébrale habituelle a pour conséquence le ralentissement de toutes les fonctions placées sous la dépendance du cerveau, et par suite l'apathie intellectuelle et physique des malades qui en sont atteints. Cependant le système nerveux de ces derniers est quelquefois très-irritable, ce qu'on peut expliquer en admettant que, diminuées dans leur vitalité par une nutrition insuffisante, les cellules cérébrales se laissent influencer par des excitations qui, à l'état normal, resteraient sans effet. Le sang, comme le disait très-bien l'antique médecine, est le modérateur des nerfs.

Outre l'anémie générale du cerveau, on observe fréquemment l'anémie localisée à une partie de cet organe, anémie consécutive à l'oblitération des branches artérielles qui nourrissent cette partie. Il en résulte un arrêt local de la circulation, qui amène bientôt la mort de la région atteinte, et par suite une diminution des fonctions cérébrales qui y correspondent.

Les longues maladies, la diète prolongée, les excès, les fatigues produisent l'anémie générale du cerveau. La dégénérescence graisseuse des petites artères, dégénérescence fréquemment observée chez les vieillards, les goutteux et chez les individus qui se livrent aux excès alcooliques, produit l'anémie partielle de cet organe. Il n'est pas besoin d'explication pour comprendre le mécanisme de la première; nous parlerons donc uniquement de la dernière.

La dégénérescence graisseuse d'une artère a pour résultat de rétrécir son calibre et par suite de ralentir le cours du sang qui la traverse, ralentissement qui favorise lui-même l'obstruction de l'artère, car la lenteur de la circulation du sang dans un vaisseau produit, comme nous l'avons vu, la coagulation du liquide qu'il contient.

La circulation arrêtée dans une partie du cerveau par suite de l'oblitération d'une petite artère peut être rétablie par un afflux plus considérable de sang dans les artères voisines. C'est à l'oblitération successive des petites artères, réparée par une circulation collatérale, que sont dues l'apparition et la disparition des paralysies locales qu'on observe souvent chez les vieillards, et qui coïncident avec l'oubli de certains mots, les noms propres notamment, l'altération du jugement, des fourmillements dans un seul membre, des éblouissements, des vertiges, la propension au sommeil etc., phénomènes dont quelques-uns pourraient faire songer à une congestion cérébrale, alors qu'il s'agit d'un effet précisément contraire.

La confusion entre l'anémie partielle du cerveau et la congestion de cet organe est quelquefois d'autant plus facile que l'anémie, au lieu de se produire graduellement, peut se manifester brusquement, comme le fait généralement la congestion, et persister un temps fort long, en dépit du décubitus horizontal et des divers moyens dont nous avons précédemment parlé. Cela arrive lorsqu'une grosse artère cérébrale se trouve subitement obstruée par un caillot venu d'un autre vaisseau. La distinction entre ces deux états morbides est parfois alors complétement impossible pendant la vie.

L'explication physiologique des phénomènes résultant des troubles de la circulation, notamment de ceux placés sous la dépendance d'une affection du cœur, est, comme nous le voyons, bien nette et, contrairement à ce qu'on observe pour les maladies dont la physiologie ne peut encore expliquer la marche, le traitement de ces affections repose maintenant sur des bases que les progrès de la science ne sauraient détruire.

Toutes les fois que la physiologie peut remonter ainsi, non aux causes premières des phénomènes morbides — elles nous fuiront toujours — mais à leurs causes prochaines, c'est-à-dire aux conditions qui les déterminent, elle éclairera des plus vives lueurs la marche et le traitement de maladies dont la vieille thérapeutique ne pouvait que précipiter le cours.

CHAPITRE XI.

DÉPURATION DU SANG ET SES PRODUITS. URINE, SUEUR ETC.

Nécessité pour les matériaux des tissus des êtres vivants de se renouveler sans cesse. — § 1er. *Modes d'élimination des produits de l'usure des tissus.* — Séparation, par les reins, les poumons et la peau, des matériaux devenus impropres à la nutrition. — Analogies des fonctions de ces organes. — Siége réel des fonctions de la peau. — Analogies de structure et de fonctions existant entre les reins et les glandes sudoripares. — Les reins sont constitués par une série de glandes sudoripares accolées. — Sécrétion de gaz et de liquides par les glandes sudoripares. — § 2. *Urination.* Organes de la sécrétion urinaire. — Reins et vessie. — Fonctions des reins. — Séparation du sang des matériaux constitutifs de l'urine. — Quantité considérable de sang qui traverse les reins en 24 heures. — Étendue de la surface des tubes urinifères. — Continuité de la sécrétion urinaire. — Accumulation de l'urine dans le sang. — Élimination, par les reins, de diverses substances introduites dans l'estomac. — Composition et propriétés de l'urine. — Urée, sa formation probable dans le foie. — Acide urique et urates. — Substances diverses. — Importance pratique de l'étude des variations de composition de l'urine. — Altérations éprouvées par l'urine dans les maladies. — Indications fournies par les changements dans la coloration, la transparence, l'odeur, la réaction, la densité, la quantité de l'urine. — Présence de sédiments. — Changements dans la proportion de l'urée, de l'acide urique, des urates, de l'oxalate de chaux, des phosphates, des chlorures, des sulfates et du mucus. — Présence du pus, du sang, des moules de tubes urinifères, de la bile, de l'albumine, du sucre, de la kyestéine, des spermatozoïdes et de la graisse. — § 3. *Sudoration.* — Structure, nombre et fonctions des glandes sudoripares. — Analogie de l'urine et de la sueur. — Exhalation de vapeur d'eau et de gaz par les glandes sudoripares. — Danger d'entraver les fonctions de ces glandes. — Inconvénient des vêtements imperméables. — Influence des troubles des fonctions dépuratives des glandes sudoripares sur la production d'un grand nombre de maladies.

Les matériaux nouveaux que le sang apporte constamment aux organes n'y demeurent pas toujours. Usés par leur activité incessante, les éléments des tissus éprouvent une série de métamorphoses qui les amène bientôt à l'état de composés impropres à entretenir la vie et dont l'expulsion au dehors est indispensable. Commencé dès leur origine, le double mouvement d'assimilation

et de désassimilation qui s'opère au sein des éléments de tous les êtres vivants est une des conditions essentielles de leur existence.

Sans cesse détruit, mais sans cesse renaissant, l'organisme ne conserve que sa forme entre ces deux mouvements contraires, dont l'un le régénère à mesure qu'il est anéanti par l'autre. La vie, suivant la belle image de Platon, est un fleuve dont le cours ne s'arrête jamais. Il paraît toujours plein, mais ce ne sont jamais les mêmes eaux qui arrosent deux fois les mêmes bords.

Le sang, qui est chargé, comme nous l'avons vu, de porter aux tissus les matériaux qui doivent réparer leurs pertes, a également pour fonction de reprendre les éléments devenus impropres à leur entretien et de les porter aux organes chargés de les expulser au dehors.

Ce n'est qu'à la condition de se débarrasser constamment des produits de l'usure des tissus, véritables cendres de l'organisme, que le sang peut conserver ses propriétés vivifiantes. Quand une cause quelconque vient entraver cette dépuration incessante, une mort rapide en est bientôt la suite.

§ 1er.

MODES D'ÉLIMINATION DES PRODUITS DE L'USURE DES TISSUS.

C'est par les reins, les poumons et la peau, et probablement aussi par le foie que sont rejetés au dehors les matériaux devenus impropres à l'entretien de la vie. La peau et les reins éliminent principalement les substances liquides, c'est-à-dire la sueur et l'urine; les poumons, les substances gazeuses, l'acide carbonique notamment.

La sécrétion de l'acide carbonique par les poumons est accompagnée de l'absorption par le sang d'une certaine quantité d'oxygène qui vient remplacer l'acide carbonique rejeté au dehors. Cet échange entre les gaz du sang et l'oxygène de l'atmosphère constitue la respiration. Cette importante fonction, qui a, comme on le voit, le double résultat d'éliminer du sang les résidus gazeux qu'il contient

et d'introduire dans son sein des principes nouveaux, sera étudiée dans un prochain chapitre. Nous n'aborderons dans celui-ci que la dépuration du sang par les reins et la peau.

C'est avec raison que M. le docteur Robin considère l'appareil urinaire comme correspondant à l'appareil digestif, mais agissant en sens inverse, l'un introduisant les matériaux solides et liquides nécessaires à l'existence des tissus, l'autre rejetant les principes liquides et solides devenus inutiles à leur entretien. Les organes urinaires constituent donc un appareil aussi net que l'appareil digestif, et leur fonction, qu'il désigne sous le nom d'*urination*, a été très-légitimement séparée par lui des sécrétions avec lesquelles la plupart des physiologistes la confondent encore.

Mais, à côté de l'appareil de la sécrétion urinaire, il existe d'autres organes d'une importance égale qui ont avec lui la plus grande analogie de structure et de fonctions. Nous voulons parler des glandes sudoripares. L'importance de ces organes a été jusqu'ici méconnue, et c'est tout à fait à tort qu'on confond leur fonction avec les autres sécrétions, comme on le faisait autrefois pour l'urination. Leur ensemble constitue un appareil tenant le milieu, par ses usages, entre le poumon et les reins. Leurs fonctions, auxquelles nous donnerons le nom de *sudoration*, doivent être complétement séparées des autres sécrétions. *Urination*, *sudoration* et *respiration*, telles seraient alors les fonctions destinées à purifier le sang *.

Sans entrer dans des développements que ne comportent pas les limites de cet ouvrage, il nous sera facile de justifier la distinction qui précède. Comme structure, les glandes sudoripares ont la plus grande analogie avec les reins. Ce sont, de même que ces derniers, des tubes terminés en cul-de-sac, enroulés sur eux-mêmes à une extrémité et entourés d'un réseau de capillaires, à travers lesquels le sang abandonne les principes qui doivent être rejetés

*Il nous semble bien probable que le foie, cette glande volumineuse dont, en réalité, nous ignorons absolument les fonctions, doit être rangé également à côté des reins, des poumons et des glandes sudoripares, comme organe dépurateur du sang; Dans le chapitre consacré à l'étude des sécrétions, nous dirons quelques mots de cette hypothèse.

au dehors. Dans les reins, les capillaires sont à l'intérieur des tubes; dans les glandes sudoripares, ils sont à l'extérieur; mais ce détail de structure n'enlève rien à leur analogie.

Le nombre des tubes qui constituent les glandes sudoripares (2 millions environ) est à peu près égal à celui des tubes qui forment les reins. Dans les premières, les tubes sont disséminés sur toute la surface du corps; dans les seconds, ils sont réunis en un seul organe. Leur usage commun est d'exposer le sang à une vaste surface de dépuration. Le rein peut être considéré comme constitué en réalité par des glandes sudoripares accolées.

Les liquides que les reins et les glandes sudoripares sécrètent, c'est-à-dire l'urine et la sueur, ont les plus grandes analogies de composition. Tous les deux contiennent, bien qu'en proportions diverses, de l'urée et les mêmes sels.

Mais les glandes sudoripares ne se bornent pas, comme les reins, à retirer du sang les matières liquides destinées à être éliminées au dehors. De même que les poumons, elles laissent échapper, sous forme gazeuse, ainsi que nous le verrons plus loin, de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique et absorbent de l'oxygène.

La sudoration a donc un rôle intermédiaire entre l'urination et la respiration. Ces trois fonctions, complémentaires l'une de l'autre, peuvent se suppléer dans certaines limites, variables suivant les espèces animales; mais si une d'elles est complétement suspendue, la mort en est la conséquence. Une grenouille privée de ses poumons vit encore quelques jours en respirant uniquement par la peau; un animal supérieur, qu'on prive de l'usage de ses poumons ou chez lequel on supprime complétement la sudoration en recouvrant sa peau d'un vernis imperméable, meurt au contraire rapidement.

La plupart des auteurs placent dans la peau l'échange gazeux qui se fait à travers les parois des glandes sudoripares. Sans doute, la surface cutanée est perméable aux gaz, bien qu'en raison de son épaisseur elle le soit à un degré minime; mais, comme les parois des glandes sudoripares sont, ainsi que nous l'enseigne l'histologie, beaucoup plus minces que celles de la peau et offrent, par suite, une moindre résistance au passage des gaz, il est évident

que c'est à travers leur tissu que ces derniers doivent s'échapper au dehors.

Les glandes sudoripares constituent donc un des appareils chargés de dépurer le sang. Comme les reins, elles le dépouillent des substances salines qu'il tient en dissolution, et, de même que les poumons, elles lui enlèvent les produits gazeux. C'est dans leur sein que nous devons placer les phénomènes que l'on attribue habituellement à la peau.

§ 2.

URINATION.

Organes de la sécrétion urinaire. Les organes chargés de séparer du sang les matériaux qui constituent l'urine se nomment les *reins*. Ce sont deux organes glandulaires de 12 centimètres de longueur sur 6 de largeur et 3 d'épaisseur. Ils sont situés symétriquement sur les côtés de la colonne vertébrale derrière le foie et l'estomac, au niveau des deux premières vertèbres lombaires, contre lesquelles ils sont maintenus en place par le péritoine et les vaisseaux rénaux. Le liquide qu'ils séparent du sang est conduit par deux canaux, désignés sous le nom *d'uretères*, à un réservoir, la *vessie*, chargé de le recueillir en attendant son expulsion au dehors.

Les reins sont composés de deux couches en apparence distinctes : l'une externe ou *corticale*, l'autre interne ou *tubuleuse ;* mais en réalité elles sont formées des mêmes éléments. La *couche externe* est constituée par une réunion de tubes tapissés de cellules, contournés en tous sens et terminés à une extrémité par un petit renflement (*corpuscule de Malpighi*), qui contient un amas de petits vaisseaux roulés sur eux-mêmes, auxquels on donne le nom de *glomérules de Malpighi*. La *couche interne* est formée par la continuation des tubes de la partie corticale ; mais, au lieu d'être enroulés comme dans cette dernière, ils sont disposés par faisceaux rectilignes coniques désignés sous le nom de *pyramides de Malpighi*. Ces faisceaux se réunissent deux à deux successivement de

manière à former au sommet de la pyramide une série d'ouvertures représentant une véritable pomme d'arrosoir, par lesquelles s'écoule l'urine.

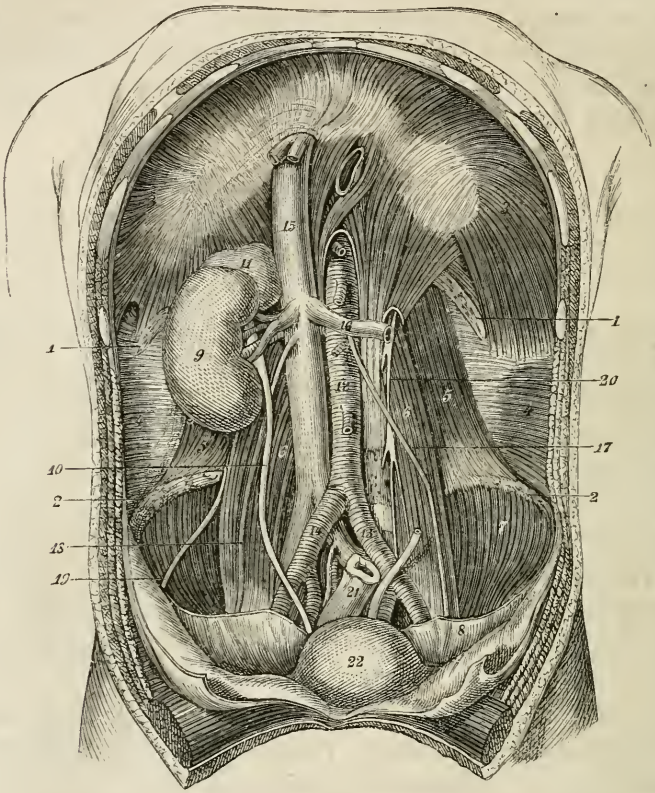


Fig. 104. — *Abdomen ouvert pour montrer les vaisseaux du rein, l'uretère et la vessie.**

Chaque rein contient de 10 à 15 pyramides de Malpighi ; elles s'ouvrent par leur extrémité dans un entonnoir nommé *calice* ; tous

* 1, 1) Douzième paire de côtes. — 2, 2) Crête de l'os iliaque. — 3) Diaphragme. — 4, 4) Muscle transverse de l'abdomen. — 5, 5) Carré des lombes. — 6, 6) Grand psoas. — 7) Iliaque. — 8) Péritoine. — 9) Rein droit. — 10) Uretère du côté droit. — 11) Capsule surrénale. — 12) Aorte abdominale. — 13 et 14) Artères iliaques primitives. — 15) Veine cave inférieure. — 16) Veine rénale gauche (le rein qui est à son extrémité a été enlevé). — 17 et 18) Veines spermatiques. — 19) Nerf fémoro-cutané. — 20) Ganglions du grand sympathique. — 21) Rectum. — 22) Vessie.

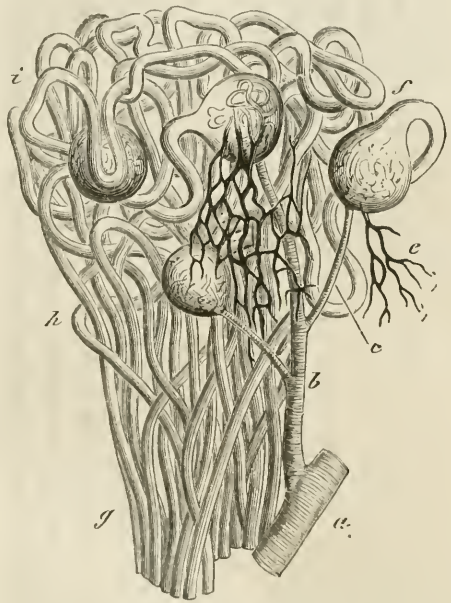


Fig. 105. — *Tubes urinifères.* *

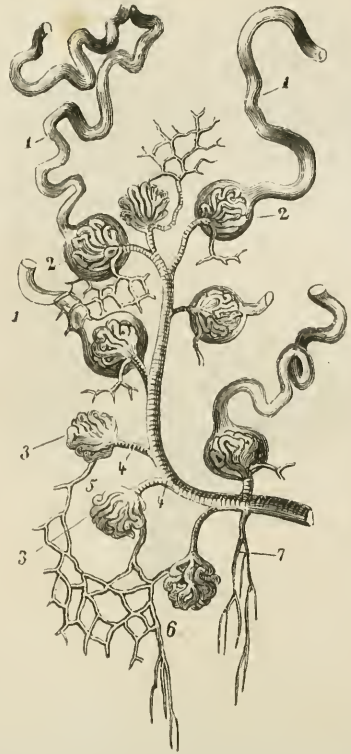


Fig. 106. — *Distribution de l'artère rénale dans les tubes urinifères.***

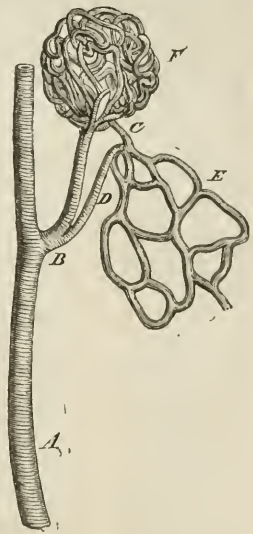


Fig. 107. — *Glomérule de Malpighi dépouillé de son enveloppe.****

* *i, h, g, f*) Tubes urinifères. Ils sont parallèles dans la substance tubulense *g*, *h* et contournés dans la substance corticale *h*, *i*, *f*; on voit à leur extrémité les renflements nommés *capsules de glomérules*. — Les lettres *a*, *b*, c représentent les ramifications de l'artère rénale.

** 1, 1) Tubes urinifères. — 2, 2) Partie renflée (capsules de glomérules) qui les termine. On voit les glomérules de Malpighi à leur intérieur. — 3, 3) Glomérules qu'on a dépouillés de leur capsule. — 4, 4) Rameaux de l'artère rénale formant les glomérules 3, 3. — 5, 6) Artère rénale à sa sortie du glomérule. — 7) Petites artères se rendant directement à la substance corticale du rein sans passer par les tubes urinifères.

*** F) Glomérule de Malpighi dépouillé de son enveloppe. — A) Branche de l'artère rénale. Elle se divise à sa partie supérieure en plusieurs rameaux, dont l'un B D se rend directement dans le réseau capillaire de la substance corticale et l'autre va former le glomérule F. — C représente la petite veine qui reçoit le sang sortant du glomérule; elle forme, en se ramifiant, le réseau veineux E.

ces entonnoirs se réunissent ensemble dans un plus grand appelé *bassinet*, qui reçoit l'urine et constitue l'origine de l'uretère.

Le sang est apporté aux reins par *l'artère rénale*, vaisseau volumineux qui naît directement de l'aorte. Après s'être dépouillé dans ces organes des éléments de l'urine, il en sort par les *veines rénales*, qui se jettent directement dans la veine cave inférieure.

Après son arrivée dans le rein, l'artère rénale se divise en plusieurs branches qui pénètrent dans l'organe en divergeant. Elles forment à la base des pyramides des arcades d'où partent des rameaux, dont quelques-uns seulement vont directement s'aboucher avec les capillaires de la substance corticale, tandis que la plus

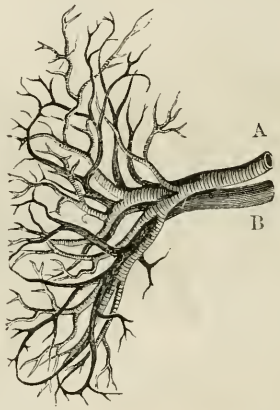


Fig. 108. — *Vaisseaux du rein préparés par corrosion.**

grande partie se dirigent vers le renflement qui termine le tube urinifère, le perforent et se divisent dans son intérieur en plusieurs branches qui s'enroulent sur elles-mêmes en formant une petite sphère à laquelle on a donné le nom de *glomérule*.

Au centre des glomérules, les divisions artérielles se reconstituent en un seul tronc, qui sort de la capsule près du point par lequel l'artère y avait pénétré et va s'aboucher dans le réseau des capillaires veineux de la substance corticale.

* A) Artère rénale. — B) Veine rénale.

Chaque corpuscule de Malpighi a deux dixièmes de millimètre environ de diamètre ; leur nombre et par suite celui des tubes urinifères dont ils sont l'origine a été évalué à plus de deux millions.

Le liquide formé dans le glomérule s'écoule, par les canalicules, dans le bassinet, d'où il est conduit par un long tube, nommé l'*uretère*, à la vessie, organe chargé de le conserver jusqu'à son expulsion au dehors.

L'urine s'accumule dans la vessie sans pouvoir remonter dans l'uretère, parce que ces canaux débouchent dans la partie inférieure du réservoir vésical après un trajet oblique d'un centimètre environ. La compression exercée sur eux par le liquide contenu dans la vessie, pendant qu'elle se contracte pour l'expulser, a pour résultat d'appliquer leurs parois l'une contre l'autre, et d'obturer par suite leur orifice.

Lorsque l'urine s'est amassée pendant quelque temps dans la vessie, le besoin d'uriner se développe. Sous l'influence de la volonté les fibres charnues de cet organe se contractent, et cette contraction, aidée de celle des muscles abdominaux, a pour résultat de vaincre la résistance des fibres musculaires, qui, par leur resserrement, ferment l'urètre à l'endroit où il commence. L'urine peut alors s'écouler librement au dehors.

Lorsque la vessie est vide, elle occupe peu d'espace et se trouve complétement logée dans la cavité du petit bassin. Pleine, elle se dilate considérablement et s'étend dans la cavité abdominale en refoulant le péritoine et en s'appliquant contre les parois de l'abdomen. Quand par une cause quelconque — la grossesse par exemple — son développement est gêné, le besoin d'uriner se produit fréquemment, et la volonté ne peut alors lui résister aussi facilement que lorsque la vessie est susceptible de se dilater considérablement pour recevoir le liquide qui y arrive constamment.

Fonctions des reins. Les reins ont pour fonction de séparer du sang les matériaux qui constituent l'urine. Cette séparation se fait par l'intermédiaire des tubes urinifères, dont le nombre, comme nous l'avons vu, est considérable. Développés et placés à côté l'un de l'autre, les tubes que les reins contiennent présenteraient une

surface sécrétante de 9 mètres carrés environ. Le rein étant traversé par 244 grammes de sang en une minute, c'est-à-dire par 350 kilogr. environ en 24 heures, on comprend avec quelle rapidité ce liquide doit être dépouillé des principes destinés à être éliminés au dehors.

C'est dans les glomérules que les matériaux de l'urine sont séparés du sang. La pression énorme que ce liquide subit en traversant le rein, par suite du petit calibre et des inflexions nombreuses des divisions artérielles par lesquelles il doit passer, favorise la transsudation de sa partie liquide dans les canalicules urinifères.

La séparation, par le rein, des matériaux du sang destinés à former l'urine n'est pas une simple filtration, comme on pourrait le croire. Le liquide qu'on obtient en filtrant le plasma sanguin à travers une membrane n'a nullement, en effet, la composition de l'urine. Le tissu des canalicules urinifères doit donc jouir de la propriété de laisser passer certains principes — en les modifiant peut-être — et d'être imperméable pour d'autres. Après la mort, les propriétés de ce tissu sont altérées, car en faisant passer du sang à travers le rein d'un cadavre, on n'arrive nullement à obtenir de l'urine.

D'après Bowman, la séparation de l'eau du sang se ferait dans les glomérules, et celle de l'urée et des sels dans les canalicules urinifères, sous l'influence des cellules qui tapissent leurs parois; mais cette distinction n'a pu être encore démontrée.

La sécrétion de l'urine est continue; on peut s'en convaincre facilement en ouvrant l'abdomen d'un animal et fixant à un de ses uretères un petit ballon de verre à travers les parois transparentes duquel on peut voir l'urine s'écouler constamment goutte à goutte. Ce liquide s'épancherait donc continuellement au dehors, si la vessie placée sur son passage ne le conservait quelque temps.

La quantité d'urine journellement séparée du sang par les reins varie de 1200 à 1500 grammes environ. 1 kilogramme de tissu musculaire élimine en moyenne 1 centimètre cube de ce liquide par heure.

Quand on enlève les reins à un animal, les divers principes de l'urine, l'urée notamment, s'accumulent dans le sang et l'animal

ne tarde pas à succomber, en présentant, entre autres symptômes, un accroissement considérable de la sécrétion intestinale et la présence dans ce liquide d'une grande quantité de sels ammoniacaux dus à la transformation de l'urée, qui, ne pouvant être éliminée par les reins, est en partie expulsée par cette voie.

Quelques-unes des substances introduites dans le tube digestif passent très-rapidement dans le sang et en sont promptement extraites par les reins.

Certains médicaments, le cyanure de potassium par exemple, se retrouvent dans l'urine moins de deux minutes après leur ingestion. D'autres, au contraire, tels que l'iodure de potassium, divers sels minéraux etc., s'éliminent très-lentement, et, au bout de plusieurs mois, leur présence peut encore être constatée au sein des organes.

Le passage dans l'urine des substances introduites dans l'estomac se fait d'autant plus rapidement qu'on s'éloigne davantage du moment du dernier repas. Du ferro-cyanure de potassium, administré une heure après un repas abondant, apparaît dans l'urine au bout d'une minute. Il n'y apparaît qu'au bout d'une demi-heure, s'il est administré immédiatement après le repas.

Composition de l'urine. A l'état normal, l'urine humaine est un liquide jaunâtre *, limpide, à réaction acide, d'une densité variant de 1015 à 1025.

La quantité de ce liquide rendue en vingt-quatre heures oscille entre 1200 et 1500 grammes, contenant 50 à 60 grammes environ de matériaux solides.

Les substances contenues dans l'urine sont fort nombreuses; on en connaît environ 50. Elles s'y présentent en proportion susceptible de varier sous des influences souvent fort légères, ainsi qu'on le verra plus loin. Le régime, le genre de vie, la nourriture la modifient considérablement. La composition moyenne de l'urine des gens sédentaires est fort différente de celle des gens vivant en

*La coloration de l'urine est due à diverses matières colorantes: *uroxanthine*, *uroglaucine*, *urrhoïdine*, qui paraissent provenir des transformations qu'éprouve, après la mort des globules, la matière colorante du sang.

plein air et faisant beaucoup d'exercice. Un individu qui rend 20 grammes d'urée par jour, sous l'influence d'un régime végétal, peut en rendre 35 avec un régime exclusivement animal *.

Parmi les constituants de l'urine, un des plus importants est l'*urée*, la plus riche des matières azotées connues. C'est une substance neutre cristallisable, produit des métamorphoses régressives des éléments azotés des tissus, qui forme à elle seule la moitié des principes solides que contient l'urine. Sa proportion est susceptible de varier considérablement, suivant l'âge, la nourriture, le genre de vie etc., ainsi que nous le verrons plus loin. Par le repos et une concentration suffisante du liquide qui la contient, elle cristallise en prismes aplatis incolores très-solubles dans l'eau.

La composition de l'urée est la même que celle du cyanate d'ammoniaque. Comme lui, elle peut se transformer très-facilement en carbonate d'ammoniaque en absorbant quatre équivalents d'eau. C'est à cette transformation qu'est due l'odeur des urines en putréfaction.

On croyait autrefois que l'urée se forme dans les reins, mais nous savons maintenant que cet organe ne fait que l'extraire du sang, où elle existe dans la proportion de 2 décigrammes environ par litre. Après l'extirpation des reins, elle s'y accumule et produit divers accidents (stupeur, convulsion etc.), dont l'ensemble constitue l'état pathologique nommé *urémie*, véritable empoisonnement du sang par l'urée.

*En prenant la moyenne d'un certain nombre d'analyses exécutées à mon laboratoire, je trouve les chiffres suivants, qui peuvent donner une idée approximative de la composition de l'urine. Sur 1000 parties de liquide on trouve :

Eau	955
Urée	20
Acide urique et urates	1
Créatine et créatinine	1
Phosphates	5
Sulfates	4
Chlorures	8
Matières diverses : (Mucus, acide hippurique, lactates, xanthine, matières colorantes etc.)	6
	1000

Étant démontré que les reins ne fabriquent pas l'urée, qu'ils ne font que la séparer du sang, on a été conduit à se demander quel est le lieu de sa formation.

Les expériences toutes récentes de Cyon semblent prouver qu'elle se forme dans le foie. Cet expérimentateur a constaté, en effet, que le sang, en sortant de cette glande, contient plus d'urée qu'avant d'y entrer.

Avant d'arriver à l'état d'urée, les composés azotés qui entrent dans la constitution des tissus passent par une série d'oxydations progressives. Dans l'état actuel de nos connaissances, un des termes les plus importants de cette série est l'*acide urique*, substance journellement éliminée par les reins dans la proportion de 1 gramme par jour environ, et que l'urine contient à l'état libre ou combinée avec diverses bases, telles que la potasse et la soude. En raison de leur peu de solubilité, les sels qu'il forme avec ces dernières troublent l'urine quand ils s'y trouvent en excès, et lui donnent cette opacité rougeâtre qu'on observe dans un grand nombre de maladies. L'acide urique et les urates forment la majorité des graviers et des calculs, ainsi que les dépôts cristallins qu'on rencontre dans les vases où l'urine a séjourné quelque temps.

L'acide urique étant un produit de l'oxydation des principes azotés des tissus moins avancé que l'urée, toutes les causes qui augmentent l'oxydation des matières azotées telles, par exemple, que l'exercice musculaire, qui a pour résultat d'activer l'absorption de l'oxygène, favorisent la production de l'urée. Toutes les causes qui ralentissent, au contraire, l'absorption de l'oxygène, telles qu'une vie sédentaire et le défaut d'exercice, diminuent les oxydations qui se font dans les tissus et favorisent la formation de l'acide urique. Ce serait pour cette raison que les personnes qui suivent un régime très-animal et mènent une vie sédentaire sont souvent atteintes de la gravelle ou de la pierre. Pour un motif analogue, les animaux libres rendus domestiques ont plus d'acide urique dans l'urine qu'à l'état sauvage.

D'après Robin — et cette opinion, bien que mal démontrée encore, nous semble mériter un examen sérieux — l'acide urique se-

rait produit par le dédoublement désassimilateur des principes azotés des tissus fibrineux et lamineux, tissus qu'on rencontre surtout dans les articulations. Ce serait donc aux troubles de la nutrition dans ces tissus qu'il faudrait remonter lorsque cette substance est produite en excès.

Outre l'urée et l'acide urique, l'urine contient un grand nombre de substances organiques ou minérales, produits de la désassimilation des tissus ou résidus de l'excès de matériaux nutritifs introduit dans l'organisme ; mais la science est peu fixée encore sur les conditions de leur formation. En parlant des indications fournies par les transformations que l'urine éprouve dans les maladies, nous aurons à nous occuper de la plupart d'entre elles.

Les reins représentent un des principaux organes dépurateurs du sang. Les variations de composition que l'urine éprouve indiquent d'une manière très-nette la façon dont s'opère cette essentielle fonction. L'étude des modifications que l'urine subit dans les maladies fournit les indications les plus précieuses sur la marche de ces dernières vers la guérison ou la mort. C'est avec raison qu'après avoir établi l'identité de composition des sels du sang et de l'urine, l'illustre Liebig ajoute: « Une simple opération chimique peut faire connaître la composition du sang à l'aide de la composition de l'urine. Il n'est pas besoin d'être fort avancé en chimie pour comprendre que l'élucidation des rapports de dépendance qui existent entre les fonctions et les principes minéraux forme la première base de l'art de guérir et de la physiologie. Il serait donc absurde de songer à une médecine rationnelle avant d'avoir posé ce fondement. »

La médecine ancienne avait pressenti l'utilité de la chimie appliquée à l'étude de la sécrétion urinaire; mais à une époque où l'analyse chimique n'était pas née, une semblable étude était impossible et l'urologie tomba bientôt dans un discrédit dont elle se relève à peine aujourd'hui.

On s'explique facilement, du reste, qu'il en soit ainsi quand on voit que l'analyse — seule partie de la chimie qui puisse cependant être réellement utile au médecin — est complétement bannie des études médicales. La complication des méthodes décrites dans les

anciens auteurs justifiait autrefois cette abstention, qu'on s'explique difficilement depuis l'emploi des procédés volumétriques si rapides et si faciles à pratiquer sans balance ni laboratoire, que nous possédons actuellement. Si les praticiens consacraient seulement quelques heures à leur étude, on ne les verrait pas, comme aujourd'hui en France, négliger des procédés de diagnostic fournissant dans beaucoup de cas des indications que rien ne saurait remplacer*.

Pour montrer l'utilité qu'il peut y avoir à être exactement fixé sur la composition de l'urine ou, du moins, sur les modifications que quelques-uns des principes de ce liquide subissent dans diverses affections, nous allons présenter le tableau des altérations qu'elle peut éprouver dans les maladies. Plusieurs des faits contenus dans l'exposé qui va suivre sont le résultat de nos propres recherches.

ALTÉRATIONS DE L'URINE DANS LES MALADIES.

Changements dans la coloration et la transparence de l'urine. — La coloration habituelle de l'urine est jaune. Sa teinte se fonce, sauf dans le diabète, à mesure que la somme des matériaux solides qu'elle contient augmente. Sa pâleur prouve que l'individu qui l'a émise n'est pas atteint d'une affection aiguë. Sa teinte devient verdâtre dans l'ictère et dans diverses maladies du foie. La présence d'un excès d'urates ou le mélange d'une petite quantité de sang peut lui donner une teinte rougeâtre. Lorsque la coloration rouge est due à la présence du sang, ce qui se reconnaît facilement au microscope, cette coloration indique une hémorrhagie dans un point des voies urinaires : reins, vessie ou urèthre.

*A Paris, les médecins les plus instruits, ceux des hôpitaux par exemple, bornent généralement leurs investigations chimiques à rechercher dans l'urine la présence ou l'absence du sucre et de l'albumine. Quant à l'analyse quantitative, la seule cependant qui puisse fournir des indications utiles dans un grand nombre de maladies, elle est délaissée d'une façon à peu près absolue. L'utilité des renseignements que de semblables recherches pourraient fournir semble généralement, du reste, peu comprise. Il y a quelques années, réunissant des matériaux pour la rédaction d'un *Traité d'analyse chimique appliquée à la physiologie et à la médecine*, qui sera bientôt terminé, je fis annoncer dans les feuilles médicales que je ferais gratuitement, à mon laboratoire, toutes les analyses (lait, sang, urine, calculs etc.) qui pourraient intéresser les médecins. Cet avis m'amena plusieurs élèves, des étrangers surtout, mais presque pas d'analyses. Ce n'est pas là, du reste, un exemple isolé, car un des pharmaciens de Paris auxquels les médecins s'adressent le plus habituellement pour ce genre d'opérations, m'a affirmé que toutes ses analyses se bornent ordinairement à rechercher dans l'urine la présence ou l'absence du sucre et de l'albumine, et qu'il ne lui arrive pas une fois par an qu'on lui demande de doser la proportion de l'urée, des phosphates ou des divers principes que ce liquide contient.

Dans plusieurs maladies, notamment dans le choléra et la fièvre typhoïde, l'urine prend, comme l'a démontré Gubler, une teinte bleue quand on y verse lentement, par petite quantité, de l'acide nitrique concentré. L'intensité de la coloration paraît alors proportionnée à l'intensité de la maladie elle-même, avec laquelle elle croît et décroît. Cet indice est très-précieux pour reconnaître le début d'une fièvre typhoïde, et plus d'une fois nous l'avons utilisé avec succès.

L'administration de certaines substances, la rhubarbe notamment, peut donner à l'urine une coloration se rapprochant de celle qui lui est communiquée par la bile ou par le sang.

L'urine normale est toujours transparente. Diverses matières, pus, mucus, urates, vibrions, phosphates, corps gras etc., qu'elle tient accidentellement en suspension*, peuvent troubler sa transparence. En parlant de chacune de ces substances, nous indiquerons les affections dont leur présence est le symptôme. Dans la très-grande majorité des cas, le trouble de l'urine est dû à un excès d'urates; il disparaît immédiatement alors sous l'influence de la chaleur.

Changements dans l'odeur de l'urine. — L'odeur ammoniacale de l'urine, odeur due, comme nous le savons, à la décomposition de l'urée en carbonate d'ammoniaque, indique que ce liquide s'est trouvé mélangé de mucus ou de pus, ou a séjourné longtemps dans son réservoir, ce qui arrive notamment dans le catarrhe de la vessie et les rétrécissements de l'urèthre.

L'odeur de violette de l'urine indique que la personne qui l'a émise a absorbé de la térébenthine ou des carbures analogues, ce qui arrive notamment quand on respire l'atmosphère d'un appartement fraîchement décoré. Son odeur alcoolique après un séjour prolongé dans le vase qui la renferme indique qu'elle contenait du sucre. Dans le cancer de la vessie, elle possède une odeur caractéristique extrêmement fétide.

Les substances odorantes du safran, des asperges, du cubèbe passent dans l'urine et lui communiquent leur parfum plus ou moins transformé.

Changements dans la réaction de l'urine. — L'urine normale possède une acidité qui paraît due à la présence du phosphate acide de soude. Elle devient alcaline quand, par suite de son séjour prolongé dans la vessie, l'urée s'est transformée en carbonate d'ammoniaque. Dans la néphrite chronique et la convalescence des maladies aiguës et dans certaines maladies de la moelle épinière, l'urine peut devenir également alcaline. L'usage prolongé des médicaments alcalins peut lui communiquer aussi la même réaction. Ces urines se troublent pendant l'ébullition, par suite de la précipitation des phosphates terreux qu'elles contiennent, et s'éclaircissent par le repos.

Le régime a une influence considérable sur la réaction de l'urine: une nourriture végétale la rend alcaline comme celle des herbivores. Lorsque ces derniers sont soumis à la diète, leur urine devient acide, parce que, se nourrissant alors de leur propre substance, ils deviennent en réalité carnivores.

Changements dans la densité de l'urine et dans la proportion de matériaux solides qu'elle contient. — L'élévation ou la diminution de la densité de l'urine indique que le poids des matériaux solides qu'elle contient augmente ou diminue. Quand la densité devient supérieure à 1030, ce que l'on constate très-facilement en

* On écrit habituellement dans les livres spéciaux que les vibrions ne se forment que quelque temps après la sortie de l'urine de la vessie, par suite de sa décomposition; j'en ai trouvé cependant en quantité extrêmement abondante dans de l'urine immédiatement après son expulsion, alors que, par suite d'un catarrhe vésical, ce liquide avait séjourné longtemps dans son réservoir.

plongeant un aréomètre dans le liquide, il est probable que cet accroissement est dû à la présence du sucre, et il devient indispensable d'y rechercher cette substance.

La diminution habituelle de la quantité de matériaux solides contenus dans l'urine, quantité qui, en 24 heures, atteint normalement le chiffre de 50 à 60 grammes, est l'indice que l'activité des tissus est considérablement ralentie. On l'observe dans la chlorose, l'anémie, lorsque l'organisme est épuisé, ou encore dans les affections du cœur où cet organe fonctionne mal. Cette diminution des matériaux solides s'observe dans la vieillesse d'une façon normale. Dans presque toutes les affections fébriles, la proportion des matériaux solides éliminée journellement est, au contraire, au-dessus du chiffre normal, par suite de l'exagération de l'activité des divers organes.

Changements dans la quantité d'urine rendue en 24 heures. — La quantité d'urine rendue journellement varie de 1200 à 1500 grammes; elle augmente considérablement à la suite d'ingestion de boissons et dans le diabète; cette augmentation est souvent alors le premier symptôme qui attire l'attention sur cette dernière affection.

La sécrétion de l'urine diminue dans les maladies des reins, dans la période aiguë de toutes les maladies fébriles (pneumonie, pleurésie, fièvre typhoïde etc.) et dans la dernière période des maladies du cœur. Sa diminution ou son augmentation régulière, dans les cas qui précèdent, indique alors que la maladie progresse ou se ralentit.

La sécrétion de l'urine diminue également et d'une façon considérable aux approches de la mort, ce qui provient sans doute du ralentissement qui s'opère dans l'activité de toutes les fonctions.

Présence de sédiments dans l'urine. — Les indications que fournit la présence des sédiments urinaires varient suivant la nature des principes divers : mucus, pus, urates, phosphates etc., qui les constituent. Les sédiments formés de mucus flottant dans l'urine s'observent dans le catarrhe de la vessie; les sédiments d'urates et de phosphates, dans les cas que nous mentionnerons plus loin; ceux de sang, dans les hémorrhagies des voies urinaires. Leur examen microscopique, aidé d'un très-petit nombre de réactifs, fournit en quelques minutes les renseignements les plus précis sur leur nature*.

Les sédiments qui se déposent dans l'urine peu de temps seulement après son émission sont presque tous constitués par des urates, qui, en raison de leur peu de solubilité, repassent à l'état solide aussitôt qu'elle se refroidit. En chauffant le liquide dans lequel ils se trouvent, on les voit immédiatement disparaître.

Les sédiments d'urates sont les plus communs de tous ceux qu'on rencontre dans l'urine. Un repas un peu trop abondant suffit pour déterminer passagèrement leur présence.

Changements dans la proportion de l'urée. — L'urée que les reins séparent du sang est, comme nous l'avons vu, le produit de la désassimilation des tissus. Plus le mouvement de désassimilation de ces derniers est rapide, plus sa proportion devient considérable. La quantité sécrétée journellement peut donc servir de mesure à l'activité des tissus.

* Les renseignements fournis par le microscope pour l'analyse chimique sont quelquefois d'une rapidité et d'une précision qu'aucune autre méthode ne saurait donner. C'est en utilisant les indications fournies par l'examen microscopique que j'ai pu découvrir, dans un calcul qui m'avait été remis par le professeur Cruveilhier pour être analysé, l'existence d'une proportion considérable de *xanthine*, matière infiniment rare, et qui, à cause de la présence d'une certaine quantité d'acide urique masquant sa réaction, aurait échappé aux recherches faites suivant la marche indiquée dans les ouvrages spéciaux. Le moyen que j'ai employé pour reconnaître cette substance est résumé dans les *Comptes rendus de l'Institut* pour l'année 1871.

La proportion d'urée sécrétée en vingt-quatre heures varie de 25 à 35 grammes. Elle diminue dans l'anémie, la chlorose, le diabète, l'alimentation insuffisante, la convalescence, les maladies qui gênent la respiration et la circulation, la grossesse et à la suite de l'ingestion de certains remèdes, tels que l'iodure de potassium etc. Elle diminue encore lorsque, par suite d'une altération des reins, ces organes ne peuvent plus éliminer toute l'urée que le sang contient, comme dans l'albuminurie chronique par exemple. L'urée est alors partiellement éliminée par l'intestin sous forme de carbonate d'ammoniaque en produisant des désordres plus ou moins graves.

L'urée augmente avec l'exercice, une nourriture très-animalisée, l'activité musculaire ou le travail intellectuel prolongé, et lorsque la destruction des tissus se fait trop rapidement, comme dans les affections fébriles aiguës (fièvre, pneumonie etc.). Les fatigues exagérées, les excès, l'ingestion de certains aliments, tels que le café, la gélatine, le bouillon, le sel marin, semblent aussi l'augmenter.

Il faut se rappeler, pour éviter les erreurs dans les conclusions à tirer de la proportion d'urée contenue dans l'urine, qu'elle est très-variable aux différents âges de la vie. Elle est beaucoup moindre chez l'enfant que chez l'adulte, diminution, du reste, seulement apparente et qui ne tient qu'au faible poids de l'enfant; à poids égal, il sécrète, en réalité, beaucoup plus d'urée que l'adulte. Chez ce dernier, la quantité d'urée sécrétée en 24 heures, est de $0^g,42$ par kilogramme du poids du corps. Chez l'enfant, elle est de $0^g,81$ gr. Chez le vieillard, la diminution est réelle; elle tient à ce qu'il consomme moins d'aliments que l'adulte, et que l'activité de ses fonctions se ralentit. D'après les recherches de Lecanu, la quantité d'urée journellement sécrétée par un vieillard est de 8 grammes environ, c'est-à-dire à peu près le tiers de ce qu'elle est chez l'adulte.

Changements dans la proportion de l'acide urique et des urates. — Nous avons vu que la plus grande partie de l'acide urique formé au sein des tissus se transforme, probablement par oxydation, en urée, ce qui fait que l'urine n'en contient normalement qu'une très-faible proportion, 1 gramme par jour environ. Chez un individu menant une vie sédentaire et consommant une nourriture trop abondante, son oxydation est incomplète et le sang en contient également en excès. Il en est de même lorsque les fonctions respiratoires et, par suite, l'absorption de l'oxygène sont entravées, ce qui arrive dans les affections du cœur et des poumons, ou lorsque les fonctions de la peau sont gênées, comme dans les maladies de cette membrane, et à la suite d'un brusque arrêt de la transpiration. Dans ce dernier cas, les reins sont obligés de remplacer la peau dans ses fonctions, et l'urine contient plus d'acide urique qu'à l'état normal.

Si l'acide urique ou les urates que le sang contient en excès sont éliminés par les reins, ils pourront, en raison de leur peu de solubilité, se déposer sous forme de concrétions plus ou moins volumineuses dans ces organes ou dans la vessie, et constituer la gravelle ou la pierre. Si, au lieu d'être éliminés par les reins, ils se déposent à l'état de sels (l'urate de soude notamment) dans les articulations, ce dépôt sera l'origine de l'affection nommée *la goutte*. Une de ces trois échéances : goutte, gravelle ou pierre, menace fatalement, dans un avenir plus ou moins rapproché, les forts mangeurs et principalement ceux d'entre eux qui mènent une vie sédentaire et font peu d'exercice.

Il est probable que l'acide urique et les urates doivent pouvoir se déposer dans d'autres organes que les articulations, les reins et la vessie, et produire des accidents, l'obstruction des petites artères notamment, variant suivant les organes où ils se déposent; mais ce point de la science est à étudier complétement, ainsi, du reste,

que la plupart des questions relatives aux maladies résultant d'une dépuration incomplète du sang.

L'acide urique diminue dans la chlorose, l'anémie et les affections des reins qui

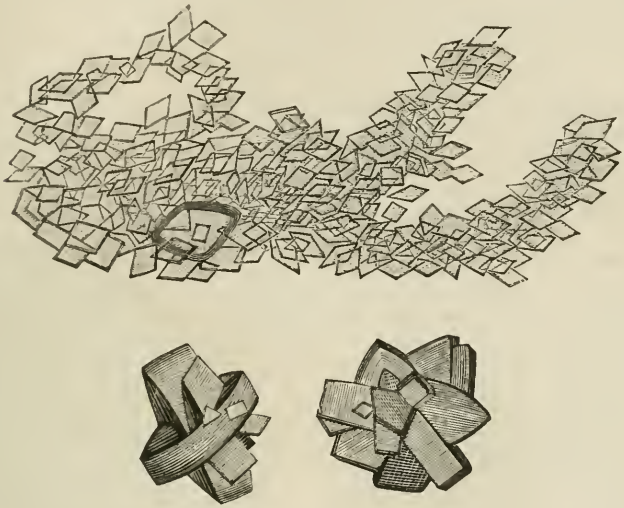


Fig. 109, 110 et 111. — *Formes diverses de cristaux d'acide urique vus au microscope.*

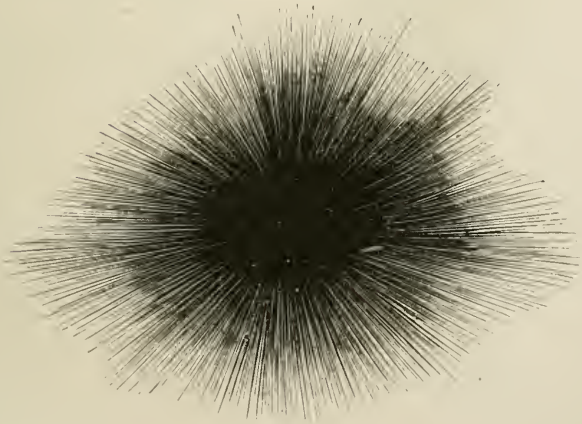


Fig. 112. — *Urate d'ammoniaque cristallisé.*

empêchent ces organes de fonctionner. Il diminue également pendant les attaques de goutte et augmente, au contraire, quand elles sont passées. C'est à l'état d'urate de soude qu'il existe dans le sang des goutteux.

Les dépôts d'acide urique et surtout d'urates sont, comme nous l'avons dit, les plus communs de ceux qu'on rencontre dans l'urine. Ils forment, dans les vases qui contiennent ce liquide, des dépôts semblables à de la brique pilée.

Les urates étant plus solubles que l'acide urique, leur présence en excès dans le sang a moins d'inconvénients que celle de ce dernier. Il faut donc, lorsqu'on ne peut empêcher la formation de l'acide urique, favoriser sa transformation en urates solubles par l'administration de médicaments alcalins.

Changements dans la proportion d'oxalate de chaux. — L'acide oxalique existe à l'état normal dans l'urine, mais en quantité excessivement minime. Comme l'acide urique, il constitue un des produits de l'oxydation incomplète des matières azotées des tissus, produit plus oxydé que ce dernier, mais qui l'est cependant encore à un degré moindre que l'urée.

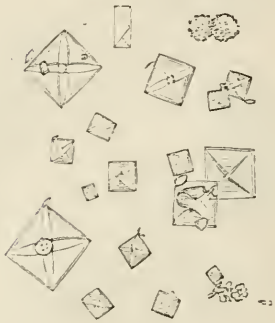


Fig. 113. — *Cristaux d'oxalate de chaux vus au microscope.*

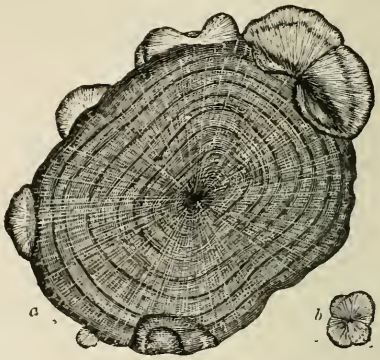


Fig. 114. — *Graviers d'oxalate de chaux considérablement grossis.**

On trouve l'oxalate de chaux en excès dans l'urine des goutteux et dans celle des individus qui font usage de fruits verts ou d'oseille. On le trouve aussi dans l'urine des individus atteints de dyspepsie, de spermatorrhée, de phthisie, de rhumatisme et d'affection de la moelle épinière. Sa présence habituelle peut faire craindre, pour un avenir plus ou moins rapproché, la formation de graviers ou de calculs.

Changements dans la proportion des phosphates. — La proportion des phosphates que l'urine contient est très-variable. La quantité d'acide phosphorique journellement sécrétée est d'environ 3 grammes. Son augmentation semble être l'indice d'une désassimilation très-considérable du système nerveux et, par suite, de l'exagération de l'activité de ses fonctions. Un travail forcé, un exercice violent, un travail intellectuel prolongé, les affections du cerveau et de la moelle épinière, la méningite aiguë notamment, les paroxysmes de la manie, le ramollissement des os etc., amènent la production d'un excès de phosphates dans l'urine. D'après Sutherland, ils diminuent, au contraire, dans la période dépressive de la manie et de la démence aiguës et dans la dernière période de la paralysie des aliénés. Suivant le même auteur, on trouverait un excès de phosphates dans le cerveau des maniaques et une diminution dans celui des idiots.

* On voit en *b* un gravier plus petit, formé seulement de deux cristaux en sablier.

L'urine peut parfaitement contenir un dépôt de phosphate de chaux sans que ce sel y soit en excès. Les phosphates, n'étant solubles que dans les liquides acides, se déposeront chaque fois que l'urine deviendra alcaline, c'est-à-dire notamment quand, par suite de son séjour trop prolongé dans son réservoir, l'urée qu'elle contient se sera décomposée en carbonate d'ammoniaque.

Fig. 115. — *Cristaux dentelés de phosphate ammoniaco-magnésien vus au microscope.*

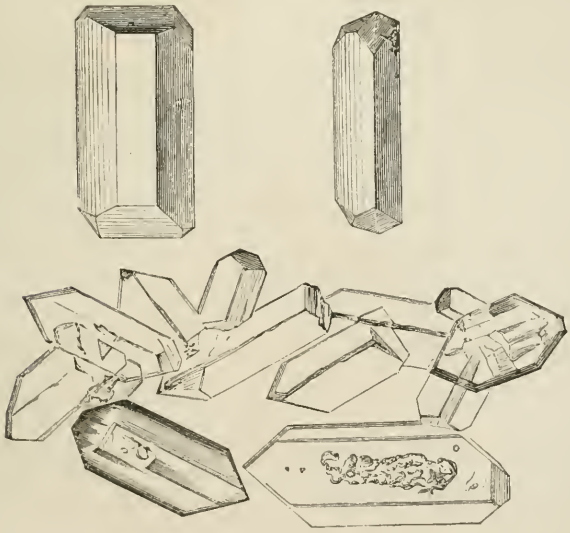


Fig. 116. — *Cristaux prismatiques de phosphate ammoniaco-magnésien vus au microscope.*

L'analyse quantitative seule, analyse qui, par le nitrate d'urane, n'exige que quelques minutes pour donner des résultats extrêmement précis, peut seule fixer sur la proportion réelle d'acide phosphorique contenu dans l'urine.

Un dépôt habituel de phosphate de chaux dans la vessie peut devenir l'origine de graviers ou de calculs, d'où la conséquence pratique très-importante de vider plus fréquemment la vessie avec la sonde, dans les affections où son contenu n'est pas expulsé facilement.

Changements dans la proportion des chlorures ou des sulfates. — L'homme sécrète journellement une dizaine de grammes de chlorure de sodium et 4 à 6 grammes de sulfates. Dans l'état actuel de la science, on ne peut tirer aucune conclusion bien utile des variations que ces principes présentent. Les chlorures augmentent quand l'ingestion du sel ou des aliments salés devient plus considérable. Ils diminuent dans les maladies fébriles aiguës, sauf les fièvres intermittentes, à mesure que la maladie marche vers sa guérison. Mais leur diminution tient simplement, sans doute, alors à la petite quantité d'aliments salés qu'absorbent les malades; elle ne peut donc nullement servir, comme on l'a cru, à fournir des indications sur la marche de certaines maladies, la pneumonie par exemple. C'est tout au plus si les variations quantitatives que cette substance éprouve peuvent donner la mesure de l'activité avec laquelle la digestion s'opère.

La proportion des sulfates que l'urine contient paraît être subordonnée surtout à la nature des aliments ingérés. Ils augmentent avec l'exercice et une nourriture azotée, et diminuent sous l'influence d'un régime végétal.

Changements dans la proportion du mucus. — L'urine à l'état normal contient toujours une petite quantité de mucus qui, par le repos, se dépose sous forme de léger nuage, au fond des vases qui contiennent ce liquide. Sa présence en excès indique une inflammation d'un point quelconque des organes urinaires. Dans le catarrhe vésical, il s'épaissit et forme dans l'urine des dépôts considérables.

Présence du pus. — Le pus existe quelquefois dans l'urine en quantité assez considérable pour former un dépôt visible. Sa présence est l'indice d'une inflammation suppurative d'un point quelconque des voies urinaires. Ses globules sont habituellement très-faciles à reconnaître au microscope; mais quand l'urine, par suite de la décomposition de l'urée, contient du carbonate d'ammoniaque, la détermination devient beaucoup plus difficile, parce que ce composé transforme les corpuscules purulents en une masse gélatineuse très-ressemblante au mucus par son aspect.

Présence du sang dans l'urine. — La présence du sang dans l'urine, facile à reconnaître au microscope, est le symptôme d'une hémorrhagie d'un point quelconque des voies génito-urinaires: reins, vessie, urèthre etc. Elle est le plus souvent l'indice de l'existence de calculs dans les reins ou la vessie.

Présence de moules de tubes urinifères. — Les moules de tubes urinifères (cylindres droits ou flexueux habituellement pleins de granulations) qu'on trouve dans l'urine sont généralement symptomatiques de l'existence d'une affection des reins. Leur présence habituelle dans l'urine constitue un des meilleurs signes de la néphrite albumineuse (*maladie de Bright*). L'affection est d'autant plus grave que l'urine contient une plus grande quantité de ces tubes. Quand ils renferment des granulations graisseuses, cela indique généralement que les reins sont le siége d'une dégénérescence graisseuse et que l'affection est passée à l'état chronique.

Présence de la bile. — La bile se rencontre dans l'urine toutes les fois qu'une cause quelconque (atrophie du foie, calculs biliaires etc.) s'oppose au libre écoulement de ce liquide dans l'intestin et amène, par conséquent, sa résorption dans le sang, ou peut-être encore lorsque, la sécrétion biliaire s'opérant irrégulièrement, les substances que le foie devait séparer du sang et convertir en bile restent dans la circulation.

Présence de l'albumine dans l'urine. — Cette substance se rencontre dans l'urine en quantité qui peut varier de 1 à 20 grammes et même 30 grammes par jour, dans toutes les maladies où le sang laisse filtrer l'albumine qu'il contient à travers les vaisseaux rénaux, soit par suite des modifications qu'il éprouve dans sa composition, soit par suite de l'altération de ces vaisseaux, soit encore par la pression qu'il peut subir en raison d'une entrave apportée à la circulation.

La présence de l'albumine dans l'urine se constate habituellement dans les affections du cœur, dans la cirrose, les hydropisies, les inflammations de la vessie et les maladies des reins, notamment dans l'atrophie et la dégénérescence graisseuse de cet organe (*néphrite albumineuse*). Elle constitue également, d'après Gubler, un des symptômes les plus constants de la fièvre typhoïde; quand la convalescence approche, elle disparaît.

On rencontre quelquefois aussi de l'albumine dans l'urine des femmes enceintes, et elle est fréquemment alors, pour l'époque de l'accouchement, le dangereux présage des convulsions si souvent mortelles désignées sous le nom d'*éclampsie*.

Un obstacle momentané à la circulation rénale, la présence de graviers par exemple, les altérations du sang où le sérum est riche en eau, l'emploi de diurétiques énergiques, l'usage de cantharides et toutes les causes qui augmentent la pression du sang dans les reins, peuvent forcer l'albumine de ce liquide à filtrer à travers les parois des capillaires et produire ainsi une albuminurie passagère.

On voit, par ce qui précède, que l'existence de l'albumine est loin d'être le symptôme d'une seule affection, comme on l'a cru pendant longtemps. Ce n'est qu'après plusieurs analyses quantitatives répétées et la recherche des autres principes que l'urine contient, tels que l'acide urique, les tubes urinifères etc., qu'on peut tirer des renseignements précis de sa présence.

Présence du sucre. — La présence habituelle et prolongée du sucre dans l'urine est le meilleur indice de l'affection nommée *diabète sucrée* ou *glycosurie*, et sur laquelle nous aurons à revenir en parlant de la sécrétion du foie. En même temps l'urine est très-abondante et riche en urée, et le malade éprouve divers symptômes (soif vive, appétit exagéré, amaigrissement notable etc.), qui ne permettent pas de méconnaître l'affection dont il est atteint.

Le sucre peut se rencontrer *passagèrement* dans l'urine d'individus se portant parfaitement bien, et il n'y a pas plus de raison de dire qu'un sujet est diabétique parce qu'il a du sucre dans l'urine, qu'on ne peut dire qu'il est atteint de néphrite albumineuse parce que son urine contient passagèrement de l'albumine. Il suffit, en effet, d'un repas riche en féculents pour amener la présence du sucre dans l'urine. Il est probable, dans ce cas, que l'oxygène introduit par la respiration dans les tissus n'existant pas en quantité suffisante pour oxyder et transformer en acide carbonique tout le sucre absorbé, ce dernier reste dans le sang, d'où il est éliminé par les reins. C'est sans doute pour cette raison que le diabète est si commun chez les individus se nourrissant bien et faisant peu d'exercice.

On rencontre encore passagèrement du sucre dans l'urine chez les individus atteints de maladies des organes respiratoires ou du système nerveux. Sa présence paraît due, dans le premier cas, à une oxydation insuffisante du sucre que les organes contiennent et, dans le second, à une exagération de l'activité des tissus qui sécrètent cette substance, le foie notamment.

Présence de la kyestéine. — On observe souvent dans l'urine des femmes enceintes, abandonnée au repos quelques jours, une couche huileuse qui vient surnager à la surface du liquide et semble constituée par un mélange de globules graisseux, de vibrions, de champignons et de cristaux de phosphates ammoniaco-magnésiens.

La présence de ce mélange, qu'on a nommé *kyestéine*, peut être considérée comme un signe probable, mais non certain, de grossesse, car non-seulement il n'existe pas toujours dans la grossesse, mais encore il peut se présenter hors de l'état de gestation.

Présence de spermatozoïdes. — Les spermatozoïdes se rencontrent normalement dans l'urine après les rapports sexuels. En dehors de cette cause, leur présence habituelle est l'indice d'une affection fort grave, à laquelle on a donné le nom de *spermatorrhée*.

Ce n'est qu'en examinant au microscope, après un long repos dans un tube étroit, les couches inférieures de l'urine, qu'on peut y constater l'existence des spermatozoïdes. Ils sont alors faciles à reconnaître à leur forme de têtards de grenouilles. Le sperme ne trouble nullement l'urine, comme le prétendent plusieurs auteurs. Les dépôts blanchâtres qui peuvent coïncider avec sa présence sont généralement constitués par du mucus, des urates ou des phosphates.

Présence de graisse dans l'urine. — La graisse qu'on rencontre dans l'urine sous forme de globules venant surnager à sa surface provient le plus habituellement des vases qui ont servi à recueillir ce liquide. Quand elle provient réellement de l'urine et que sa présence persiste pendant quelque temps, elle est l'indice d'états pathologiques divers, notamment de la dégénérescence graisseuse des reins. On l'observe quelquefois encore chez les individus obèses ou chez ceux qui consomment une grande quantité de matières grasses.

Lorsque l'urine contient de la graisse, elle a un aspect opalin analogue à celui du chyle qui lui a fait donner le nom d'*urine chyleuse*. Quand on l'agite avec de l'éther, elle s'éclaircit immédiatement et la graisse vient surnager.

§ 3.

SUDORATION.

La peau humaine représente un immense crible dont les trous sont les extrémités des *glandes sudoripares*.

Ces glandes sont en nombre très-considérable; on les a évaluées, pour la surface entière du corps, à plus de deux millions. A la paume de la main on en trouve cent par centimètre carré.

Chaque glande sudoripare est constituée par un canal dont la partie inférieure, enroulée sur elle-même, forme une petite masse d'un tiers de millimètre de diamètre environ, nommée *glomérule*.

Ces glomérules sont situés dans les parties profondes du derme et entourés d'un réseau abondant de vaisseaux capillaires, à travers les parois desquels se fait le passage des substances destinées à être éliminées du sang.

Les glandes sudoripares sont, comme les reins, destinées à séparer du sang certaines substances qui doivent être rejetées au dehors.

Elles sécrètent un liquide limpide, odorant, nommé *sueur*, d'une réaction variable suivant les points du corps d'où il émane. Sa composition est très-analogue à celle de l'urine *, mais elle est bien moins riche en urée, et l'acide urique y est remplacé par un autre acide, l'*acide sudorique*, présentant, du reste, les plus grandes analogies avec lui.

La quantité de sueur journellement sécrétée est très-variable; après un exercice violent ou un séjour prolongé dans une étuve, elle peut s'élever à un litre dans l'espace d'une heure. Sous l'influence du système nerveux, sa sécrétion est susceptible d'éprouver des variations considérables. La peur, la joie, la colère ont sur elle une action bien connue. Ce n'est pas directement, sans doute, sur les glandes sudoripares elles-mêmes qu'agissent ces diverses causes, mais bien sur les capillaires qui leur apportent les éléments de leur sécrétion.

Ainsi que nous l'avons dit au commencement de ce chapitre, c'est par les glandes sudoripares, et non par tous les points de l'enveloppe cutanée, que se fait l'exhalation de vapeur d'eau qui s'échappe constamment de la surface du corps. La quantité de liquide perdue journellement par cette voie s'élève à un kilogramme environ. C'est également à travers les parois des glandes sudoripares que se fait l'échange d'acide carbonique et d'oxygène qui constitue la respiration cutanée.

La quantité de liquide sécrétée par les glandes sudoripares est en raison inverse de celle sécrétée par les reins. L'une augmente quand l'autre diminue. L'urination et la sudoration sont deux fonctions complémentaires l'une de l'autre qui peuvent se suppléer dans certaines limites. La sueur et la respiration cutanée augmen-

*D'après Favre, la sueur contient par litre :

Eau	995,57
Chlorure de sodium	2,23
Chlorure de potassium	0,24
Sulfates, phosphates et lactates alcalins	0,35
Sudorates alcalins	1,56
Urée	0,04
Matières grasses	0,01
	1000,00

tent l'été, tandis que la sécrétion urinaire diminue. Le contraire s'observe l'hiver. Quand l'air est saturé d'humidité, c'est-à-dire quand il renferme autant de vapeur d'eau qu'il peut en contenir à la température qu'il possède, la perspiration cutanée se ralentit; elle augmente, au contraire, par un temps sec et est d'autant plus considérable que l'air est plus éloigné de son point de saturation.

La structure des reins et celle des glandes sudoripares sont très-analogues. Les reins, ainsi que nous l'avons dit, peuvent être considérés comme une série de glandes sudoripares accolées, et les liquides que ces deux espèces de glandes sécrètent, c'est-à-dire l'urine et la sueur, présentent les plus grandes analogies. Rien de plus naturel, par conséquent, que de rapprocher, comme nous l'avons fait, ces deux importantes fonctions, l'*urination* et la *sudoration*.

La composition du liquide de la respiration cutanée, liquide qu'il ne faut pas confondre avec la sueur, est encore mal connue. On le recueille facilement en introduisant un membre dans un cylindre de verre refroidi, aux parois duquel il ne doit pas toucher. Le produit de la respiration se condense à sa surface et on reconnaît qu'il forme un liquide transparent comme l'eau, mais contenant en suspension ou en dissolution plusieurs substances volatiles d'une odeur spéciale et qui s'altèrent très-vite. Ces substances, qui semblent ne pouvoir être éliminées que par la peau, constituent ce que l'on pourrait appeler le *miasme humain*, véritable poison qui ne peut être respiré longtemps à une certaine dose sans danger, comme nous le verrons en étudiant l'hygiène de la respiration.

Outre son rôle dépurateur, la sécrétion cutanée contribue à maintenir à un degré constant la température du corps. Quand il fait froid, l'évaporation qui se fait à la surface de la peau se ralentit, ce qui diminue le refroidissement. Quand, au contraire, il fait chaud, la transpiration augmente et refroidit le corps en lui enlevant de la chaleur pour se réduire en vapeur. Nous reviendrons sur ce point en traitant de la chaleur animale.

Les fonctions des glandes sudoripares sont aussi importantes que celles des reins, et pas plus que ces dernières elles ne peuvent être suspendues quelque temps sans que la mort arrive. Il suffit de re-

couvrir la peau d'un animal d'un vernis imperméable pour que la température de ce dernier s'abaisse considérablement et qu'il succombe rapidement avec tous les symptômes de la mort par le froid. La mort est due probablement alors à l'accumulation dans le sang, non-seulement de l'acide carbonique qui devait être éliminé par la peau, mais surtout des divers principes que les glandes sudoripares sont chargées d'expulser.

Une simple entrave passagère au fonctionnement régulier des glandes sudoripares, telle, par exemple, qu'un brusque refroidissement, peut devenir la source d'inflammations plus ou moins graves des reins ou des poumons par suite sans doute de la nécessité dans laquelle se trouvent ces organes de fonctionner avec une activité exagérée pour remplacer la fonction cutanée suspendue.

Les vêtements ne gênent pas la transpiration, parce que son produit peut s'échapper par les pores de leur tissu ; il traverse facilement le cuir lui-même, mais non les étoffes imperméables. Ces dernières n'empêchent pas, il est vrai, la transpiration de se produire, mais la vapeur d'eau, ne pouvant s'échapper au dehors, se condense sur leurs parois et maintient à la surface du corps une humidité dangereuse. C'est donc avec raison qu'on considère les chaussures et les par-dessus recouverts de caoutchouc comme très-malsains.

Les limites de cet ouvrage nous ont forcé à résumer en quelques pages ce que nous avions à dire des glandes sudoripares. Nous pensons cependant que cet exposé sommaire a suffi pour montrer l'importance d'une fonction dont l'étude est à peine ébauchée aujourd'hui. La peau ne sert pas seulement à donner au visage et au corps leurs gracieux contours; par les glandes qu'elle contient, elle concourt, comme les poumons et les reins, à la dépuration du sang, et cette essentielle fonction ne peut être entravée sans que les troubles qui en résultent retentissent profondément sur d'autres points de l'organisme.

C'est dans l'irrégularité des fonctions de ces glandes, irrégularité dont les effets varient suivant les causes diverses d'excitation auxquelles elles sont soumises, que se trouve, selon nous, le point de dé-

part d'un grand nombre de maladies et notamment de la plupart des affections qui peuvent atteindre les poumons, l'intestin et les reins. De tous les organes, elles sont les plus exposées aux injures extérieures et les ressentent vivement. Un simple refroidissement peut occasionner une fluxion de poitrine, une pleurésie ou un rhumatisme. Une brûlure un peu étendue, mais n'atteignant cependant que la surface cutanée, peut produire des lésions internes assez profondes pour amener la mort. Nous sommes convaincu qu'une étude plus complète de la physiologie des glandes sudoripares éclairera d'un jour nouveau l'étude des causes si profondément inconnues encore d'un nombre considérable de maladies.

CHAPITRE XII.

LES ORGANES DE LA RESPIRATION ET LEURS FONCTIONS.

Nécessité de la respiration. — L'oxydation des matériaux nutritifs est indispensable pour mettre en liberté les forces qu'ils contiennent. — Double fonction de l'appareil respiratoire. — Pourquoi l'introduction de l'air dans l'appareil respiratoire doit se faire beaucoup plus fréquemment que celle des aliments dans l'appareil digestif. — § 1er. *Organes de la respiration.* Larynx, trachée, bronches, poumons, plèvres et thorax. — Causes qui font que le thorax et le poumon restent toujours en contact. — Danger des blessures de poitrine. — § 2. *Mouvements des organes respiratoires.* Mouvements du thorax et des poumons. — Agrandissement et resserrement de la poitrine. — Muscles qui produisent les mouvements du thorax. — Inspiration et expiration. — Force musculaire nécessaire pour produire les mouvements respiratoires. — Respiration chez l'enfant, l'homme adulte et la femme. — Influence de l'âge, de l'exercice, de l'espèce animale etc. sur la fréquence des mouvements respiratoires. — § 3. *Bruits divers ayant leur siége dans l'appareil respiratoire.* Ronflement, soupir, hoquet, bâillement, éternuement, toux, rire, sanglot etc.

La chaleur, le mouvement et toutes les forces dont l'ensemble constitue la vie proviennent des transformations qu'éprouvent les matériaux nutritifs accumulés par la digestion dans la trame des tissus. Dans les atomes des substances jadis vivantes, qui forment la base de l'alimentation des animaux, ces forces se trouvent à l'état latent. Comme la chaleur que recèle la houille dont nos machines tirent leur puissance, elles ne peuvent être mises en liberté qu'à la condition que les corps qui les contiennent éprouvent des métamorphoses capables de les ramener à l'état de composés moins complexes qu'ils ne l'étaient d'abord.

C'est principalement par leurs combinaisons avec l'oxygène renfermé en forte proportion dans l'atmosphère et que l'appareil respiratoire introduit continuellement dans le sang, que s'opèrent ces transformations.

Pour que les êtres vivants puissent tirer parti des matériaux nutritifs introduits par la digestion dans le torrent circulatoire, le concours de l'oxygène est donc nécessaire. Le sang, déjà chargé,

comme nous l'avons vu, de porter aux organes les produits de la digestion, a également pour fonction de leur transmettre l'oxygène qu'il emprunte dans les poumons à l'atmosphère.

Mais, de même que les produits de la combustion du charbon qui anime une machine doivent être expulsés au dehors, de même l'élimination des produits de la combinaison de l'oxygène avec les éléments des tissus est nécessaire. Les reins et les glandes sudoripares expulsent principalement, comme nous le savons déjà, les matériaux liquides; mais la plus grande partie des composés gazeux est rejetée par l'appareil respiratoire. En venant prendre dans les poumons l'oxygène dont les éléments des organes ont besoin, le sang s'y débarrasse des gaz destinés à être rejetés au dehors. Cet échange entre les composés gazeux du sang et ceux de l'atmosphère constitue la *respiration*.

C'est une fonction essentielle qu'on rencontre chez tous les êtres vivants à toutes les périodes de leur existence. L'embryon dans le sein de sa mère, le poisson au fond de l'océan, l'oiseau dans les vastes régions de l'atmosphère, sous peine de mort, respirent sans relâche, c'est-à-dire oxydent continuellement les éléments de leurs tissus pour en retirer les forces qu'ils peuvent produire, et rejettent en partie dans l'atmosphère les produits transformés de ces combinaisons incessantes.

Comme la nutrition, la respiration est une fonction qui s'accomplit d'une façon constante; mais, tandis que la provision de matériaux nutritifs accumulés dans le sang par la digestion, est assez abondante pour permettre à l'animal de n'introduire des aliments dans le tube digestif qu'à des intervalles assez éloignés, la provision d'oxygène que le sang peut retenir est fort minime et suffisante seulement pour entretenir la vie pendant un temps très-court. Aussi, tandis que l'animal peut être privé d'aliments un temps relativement fort long, il lui est impossible de se passer d'air plus de quelques instants.

L'impossibilité dans laquelle se trouve le sang d'emmagasiner une quantité d'oxygène assez abondante pour subvenir longtemps aux besoins des organes n'est pas, croyons-nous, la seule cause qui fait que la privation de la respiration amène très-rapidement la mort.

En même temps qu'il vient prendre dans les poumons l'air nécessaire aux fonctions des tissus, le sang y apporte des éléments gazeux, résidus de l'usure des organes. Ces résidus doivent être immédiatement rejetés au dehors, car les produits de la sécrétion pulmonaire n'ont pas, ainsi que ceux de la sécrétion rénale, un réservoir où ils puissent, comme l'urine dans la vessie, se loger pendant quelque temps en attendant leur élimination définitive. Si la respiration est entravée, les gaz qui s'amassent dans le sang en altèrent la pureté et entraînent rapidement la mort, comme le fait l'accumulation dans ce liquide des principes de l'urine après la suppression de la sécrétion rénale.

Nous traiterons successivement, dans ce chapitre, des organes par l'intermédiaire desquels se fait l'échange entre les gaz du sang et ceux de l'atmosphère et du mécanisme de ces organes. Dans les chapitres suivants, nous étudierons le rôle et la composition de l'atmosphère, les phénomènes de la respiration, l'hygiène de cette fonction et les troubles divers qui peuvent l'atteindre.

§ 1er.

ORGANES DE LA RESPIRATION.

L'organe dans lequel se fait l'échange entre les gaz du sang et ceux de l'atmosphère a reçu le nom de *poumon*. L'air y est amené par un conduit ramifié à sa partie inférieure, désigné sous le nom d'*arbre respiratoire*, et dont les différentes portions ont été nommées *larynx*, *trachée artère* et *bronches*.

Les poumons sont accolés aux parois d'une cage osseuse, le *thorax*, dont la dilatation et la contraction alternatives sous l'influence de muscles spéciaux ont pour résultat de les dilater et de les comprimer et, par suite, de les remplir et de les vider d'une façon successive.

Le *larynx* est un tube cartilagineux dont l'orifice se trouve dans l'arrière-bouche. Il sert à conduire vers les poumons l'air introduit dans les narines et dans la bouche, et en même temps à produire

les sons. Nous le décrirons dans le chapitre consacré à l'étude de la voix et de la parole.

La *trachée artère* est un canal rigide faisant suite au larynx ; sa longueur est de 12 centimètres environ, mais elle peut se raccourcir de plusieurs centimètres pendant les efforts de la toux et s'allonger au contraire pendant la déglutition. Son diamètre est de 2 centimètres. Ses limites sont comprises dans l'intervalle qui sépare la cinquième vertèbre cervicale de la troisième vertèbre dorsale.

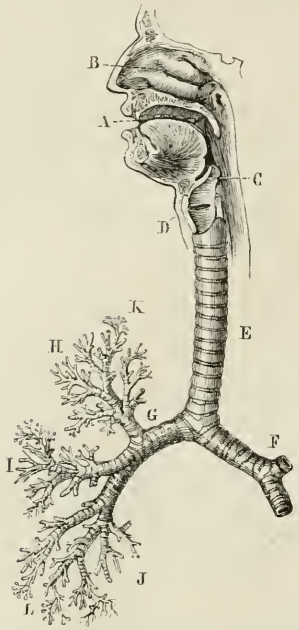


Fig. 104. — *Larynx, trachée et bronches.**

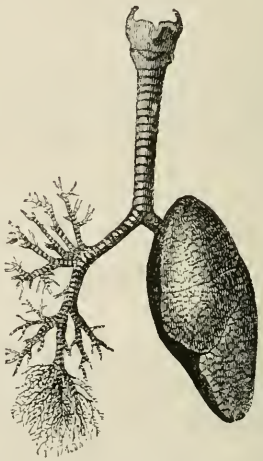


Fig. 105.
Divisions de la trachée et des bronches.
(Le poumon droit a été enlevé.)

La trachée artère est en rapport en avant avec le tronc brachio-céphalique, le plexus veineux thyroïdien et le corps thyroïde; en arrière, avec l'œsophage; sur les côtés, avec les nerfs pneumo-gastrique et récurrent, la carotide primitive et la crosse de l'aorte.

* A) Bouche. — B) Fosses nasales. — C) Épiglotte. — D) Larynx. — E) Trachée. — F) Bronche gauche coupée. — G) Bronche droite. — H, I, J, K, L) Ramifications bronchiques.

Au niveau de sa bifurcation, la trachée a devant elle la bifurcation de l'artère pulmonaire et au-dessous les oreillettes.

La trachée artère se compose d'une série d'anneaux cartilagineux en forme de C, ouverts en arrière et, par conséquent, incomplets. Ces anneaux, destinés à maintenir la trachée toujours béante, sont séparés par un tissu fibreux sous lequel se trouve une couche de fibres musculaires transversales.

La face interne de la trachée est recouverte d'une membrane muqueuse revêtue à sa surface d'un nombre considérable de cils vibratiles toujours en mouvement, dont les fonctions paraissent

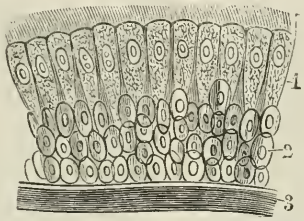


Fig. 106. — *Épithélium à cils vibratiles qui tapisse la trachée.***

être de retenir et de chasser au dehors la poussière et les corps solides introduits dans les voies respiratoires.

La trachée a la forme d'un tube cylindrique aplati à sa partie postérieure. Cette partie membraneuse, qui n'est pas soutenue par des anneaux cartilagineux, étant appliquée contre l'œsophage, les corps étrangers qui se trouvent dans ce dernier peuvent, en la comprimant, gêner le passage de l'air et amener l'asphyxie. Il n'est pas nécessaire, du reste, que la trachée soit complétement obstruée pour que cet accident se produise; une simple ligature qui ne fait que rétrécir légèrement son calibre peut le déterminer.

A son extrémité inférieure, la trachée se divise en deux tubes de 4 à 5 centimètres de longueur, nommés *bronches*, dont la structure est identique à celle de la trachée. Arrivées à la racine du

** 1) Cellules complétement développées recouvertes de cils. — 2) Cellules incomplétement développées. — 3) Derme.

poumon, elles pénètrent dans cet organe et s'y ramifient à l'infini, en perdant bientôt leurs anneaux cartilagineux.

Les bronches sont placées au-dessus des oreillettes; la bronche droite est en rapport, en avant, avec la veine cave supérieure; la bronche gauche, plus grosse et plus longue que la droite, est en rapport, en avant et en haut, avec la crosse de l'aorte; en arrière, avec l'œsophage. Ce voisinage de la crosse de l'aorte ex-

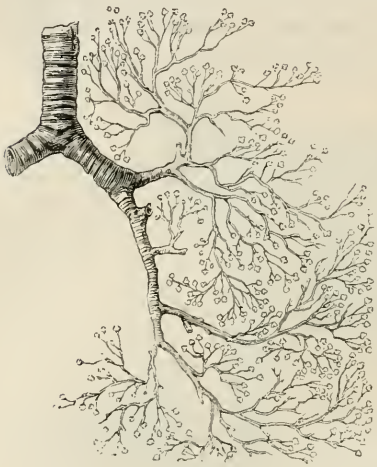


Fig. 107.
Ramifications et terminaisons des bronches.

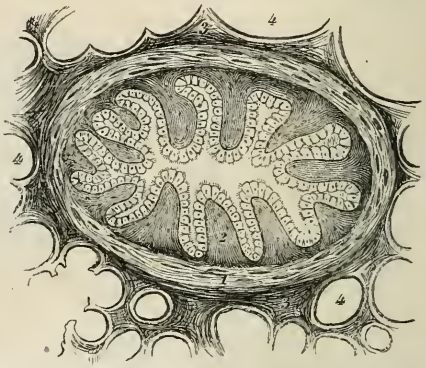


Fig. 108. — *Vue au microscope d'une bronche d'un demi millimètre de diamètre, durcie avec de l'acide chromique.**

plique la compression de la bronche dans l'anévrisme de cette artère.

Les *poumons* sont deux organes spongieux, élastiques, situés dans le thorax, au-dessus du diaphragme. Leur diamètre transversal est de 10 centimètres environ; leur diamètre antéro-postérieur, de 16 à 17; leur diamètre vertical, de 25; leur poids, de 1000 grammes. Avant la naissance, ils sont plus denses que l'eau et enfoncent dans ce liquide quand on les y plonge. Aussitôt que l'individu a respiré, ils augmentent de volume et deviennent plus

* 1) Couche musculaire de la bronche. — 2) Muqueuse recouverte d'un épithélium à cils vibratiles. — 3) Tissu interstitiel. — 4, 4) Lobules pulmonaires.

légers que l'eau, à la surface de laquelle ils flottent. Ces différences sont utilisées en médecine légale pour savoir si un enfant a respiré après sa naissance.

La face externe des poumons se moule sur les côtes; leur face interne est concave et enveloppe le cœur et les gros vaisseaux.

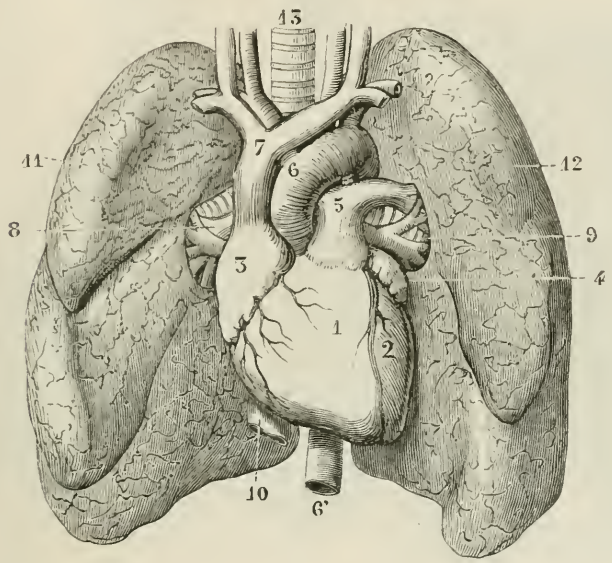


Fig. 109. — *Rapports des poumons avec le cœur et les gros vaisseaux.**

Leur base est moulée sur la cavité du diaphragme; leur sommet arrive au niveau de la clavicule.

Le poumon est formé d'un nombre considérable de petites cavités polyédriques de quelques millimètres à 1 centimètre de diamètre, séparées l'une de l'autre par du tissu cellulaire. Ces petites cavités, nommées *lobules*, reçoivent chacune des rameaux bronchiques et des branches veineuses, artérielles et nerveuses.

Dans l'intérieur de chaque lobule pulmonaire, les rameaux bronchiques se divisent en petites branches, qui finissent par ne plus

* 1) Ventricule droit. — 2) Ventricule gauche. — 3) Oreillette droite. — 4) Oreillette gauche. — 5) Artère pulmonaire. — 6) Artère aorte. — 7) Veine cave supérieure. — 8) Branche droite de l'artère pulmonaire. — 9) Branche gauche. — 10) Veine cave inférieure. — 11, 12) Poumons. — 13) Trachée artère.

avoir que quelques dixièmes de millimètre de diamètre et se terminent chacune par plusieurs petits culs-de-sac nommés *vésicules pulmonaires*. Ces culs-de-sac communiquent entre eux, ce qui les différencie un peu des glandes en grappes, avec lesquelles ils ont,

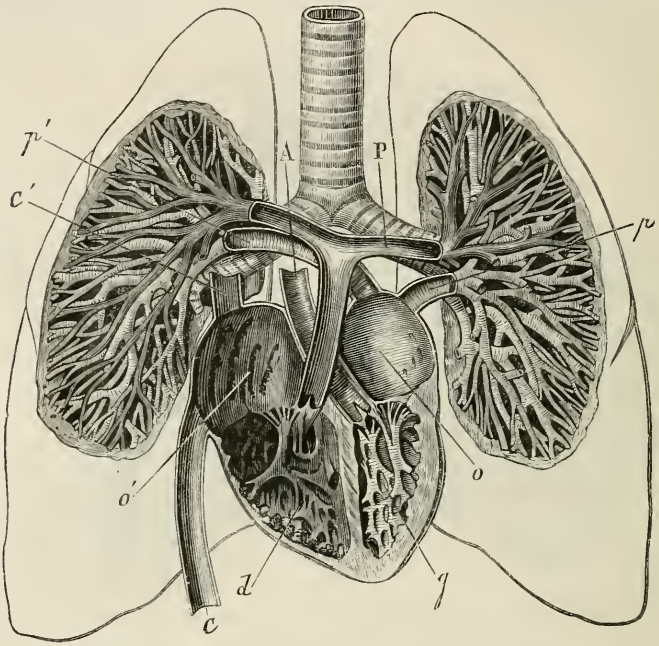


Fig. 110. — *Poumons ouverts pour montrer la division des bronches et des vaisseaux pulmonaires dans ces organes.**

du reste, la plus grande analogie de fonctions. Le poumon peut être, en effet, considéré comme une glande sécrétant de l'eau, de l'acide carbonique et différents gaz.

Autour des vésicules pulmonaires les vaisseaux forment un réseau capillaire excessivement fin. Les capillaires des veines pulmonaires qui emportent le sang artériel se continuent avec ceux

* A) Artère aorte. — P) Artère pulmonaire. — *c*, c') Veines caves supérieure et inférieure. — *p*, *p*') Veines pulmonaires. — *o*) Oreillette gauche. — *o*') Oreillette droite. — *g*) Ventricule gauche. — *d*) Ventricule droit. Sur le trajet des lignes qui partent des lettres *p*, *p*', *c*' on a représenté sur une portion du poumon les divisions des bronches, des artères et des veines pulmonaires considérablement grossies.

des artères pulmonaires qui apportent le sang veineux. C'est à travers leurs parois et celles de l'épithélium qui tapisse les vésicules que se fait l'échange entre les gaz du sang et ceux de l'atmosphère.

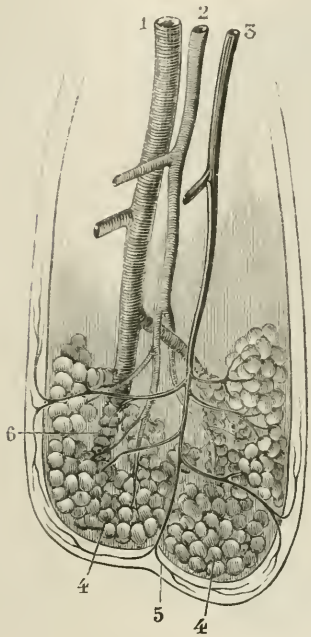


Fig. 111.
Coupe théorique d'un lobule pulmonaire.

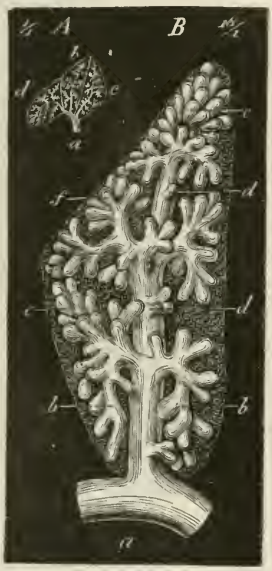


Fig. 112 et 113. — *Lobule pulmonaire de grosseur naturelle* (A) *et lobule pulmonaire grossi 18 fois* (B). **

Le tissu du poumon est très-élastique; quand on l'insuffle, augmente considérablement de volume; il revient rapidement en partie à ses dimensions primitives quand on l'abandonne à lui-même.

Chaque poumon est enveloppé dans une membrane séreuse, la *plèvre*, sac aplati, sans ouverture. Les surfaces internes de ce sac

* 1) Bronche donnant naissance à des ramifications aux extrémités desquelles on voit les vésicules pulmonaires. — 2) Branche de l'artère pulmonaire. — 3) Branche de la veine pulmonaire. — 4, 4) Vésicules pulmonaires. — 5) Capillaires veineux. — 6) Vésicules pulmonaires.

** A) *Lobule pulmonaire de dimensions normales.* — *a*) Bronche. — *b*, *c*, *d*) Divisions bronchiques.

B) *Lobule pulmonaire grossi 18 fois.* — *a*) Petite bronche. — *b*, *b*, *c*, *d* *c*, *f*) Culs-de-sac qui terminent les ramifications des bronches.

sont humectées de liquide, ce qui leur permet de glisser facilement l'une sur l'autre; mais leurs surfaces externes adhèrent, l'une au thorax, l'autre aux poumons.

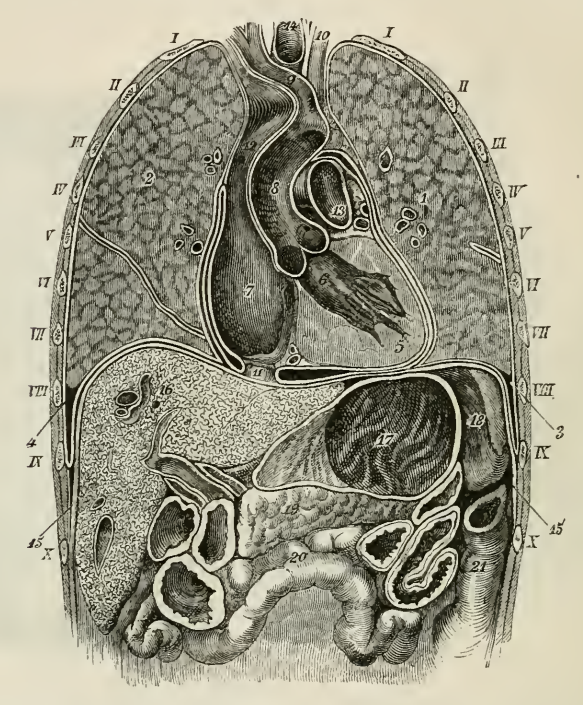


Fig. 114 — *Coupe perpendiculaire de la poitrine faite sur le cadavre congelé d'une femme de 30 ans et destinée à montrer les rapports de la plèvre avec le poumon, le thorax, le cœur et le diaphragme.* *

Les deux plèvres sont indépendantes. L'espace compris entre elles forme une cavité nommée *médiastin*. Sa partie antérieure, contenant le cœur et le thymus, a reçu le nom de *médiastin antérieur*. Sa partie postérieure, qui renferme la trachée, l'aorte, l'œsophage et le canal thoracique, a été nommée *médiastin postérieur*.

* I à X) Première à dixième côte. — 1) Poumon gauche. — 2) Poumon droit. — 3 et 4) Replis des plèvres. — 5) Ventricule gauche. — 6) Aorte munie de sa valvule. — 7) Oreillette droite. — 8) Portion ascendante de l'aorte. — 9) Tronc brachio-céphalique. — 10) Carotide primitive gauche. — 11) Diaphragme. — 12) Veine cave supérieure. — 13) Artère pulmonaire. — 14) Trachée. — 15, 15) Portions latérales du diaphragme. — 16) Foie. — 17) Estomac. — 18) Rate. — 19) Pancréas. — 20, 21) Intestin.

Les deux feuillets de chaque plèvre ne sont maintenus en contact que par le vide qui existe entre eux, de même qu'une ventouse n'est maintenue contre une glace que par la raréfaction de l'air qu'elle contient. Quand on ouvre la poitrine à un animal, il arrive la même chose que quand on fait un trou aux parois de la ventouse. L'adhérence entre les feuillets des plèvres et, par suite, entre le poumon et le thorax cesse aussitôt, comme cesse l'adhérence entre les bords de la ventouse et ceux de la glace. L'air

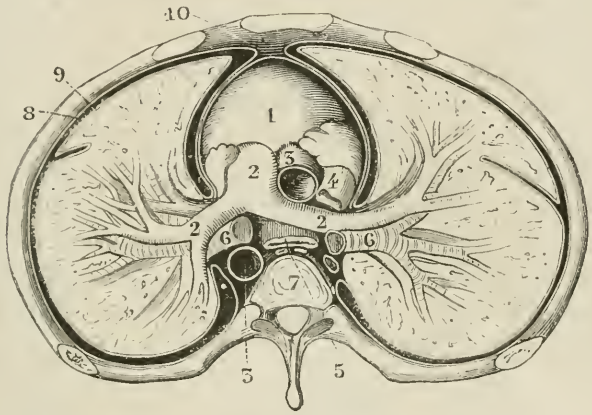


Fig. 115. — *Coupe transversale et horizontale du thorax, montrant les plèvres, les poumons et les organes contenus dans le médiastin.* *

qui pénètre entre les feuillets des plèvres les séparant, le poumon, en raison de sa grande élasticité, revient sur lui-même et ne pouvant plus suivre le thorax dans ses mouvements, n'attire plus l'air dans sa cavité, ce qui amène une asphyxie rapide.

On comprend, par ce qui précède, le danger que peuvent présenter les blessures de la poitrine et l'utilité de les fermer immédiatement. Si la mort ne les suit pas toujours — et les observations que nous avons faites sur de nombreux blessés pendant la dernière guerre nous ont prouvé qu'elles sont en réalité beaucoup moins funestes

* 1) Cœur. — 2) Artère pulmonaire. — 3, 3) Aorte coupée. — 4) Veine cave supérieure coupée. — 5) Œsophage coupé. On voit en arrière de cet organe la coupe du canal thoracique et de la grande veine azygos. — 6, 6) Bronches. — 7) Troisième vertèbre. — 8 et 9) Feuillets de la plèvre. On les a séparés sur le dessin par une ligne noire, afin de pouvoir rendre leur contour bien visible. — 10) Péricarde.

qu'on ne le dit généralement, — c'est parce que le gonflement des bords de la blessure en produit la fermeture et surtout, ainsi que le fait très-justement observer Richet, parce que, chez un grand nombre d'individus, il existe entre les parois thoraciques et le poumon, des adhérences qui empêchent ce dernier de se rétracter et le forcent, par conséquent, à suivre les côtes dans leurs mouvements malgré la pénétration de l'air dans le thorax.

La dilatation qu'éprouve le poumon pendant l'inspiration a pour résultat d'augmenter son diamètre en tout sens et, par suite, de faire varier ses rapports avec les organes voisins. Un coup d'épée reçu entre les côtes inférieures pendant l'expiration traverserait les feuillets de la plèvre sans toucher le poumon, tandis que cet organe serait transpercé à sa base si le coup était reçu pendant l'inspiration*.

Les poumons sont situés dans le *thorax*, vaste cage conique, dont la partie antérieure est formée par le sternum, la partie postérieure par la colonne vertébrale, les parties latérales par les côtes et les muscles qui les garnissent, la base par le diaphragme, et le sommet par le cou; elle est, comme on le voit, fermée de toutes parts.

§ 2.

MOUVEMENTS DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE.

Les mouvements respiratoires qui attirent l'air dans la poitrine et l'en chassent ensuite, consistent dans la dilatation et le resserrement successifs de la cage thoracique, produits par l'action de certains muscles.

Appliqué contre les parois du thorax, le poumon le suit dans ses mouvements. Quand la poitrine s'agrandit, ce qui constitue *l'inspiration*, cet organe se dilate et, par suite, il s'y fait un vide partiel qui a pour résultat la pénétration dans ses cavités de la quantité d'air nécessaire pour rétablir l'équilibre. Quand, au contraire, la poitrine se resserre, ce qui constitue *l'expiration*, le poumon di-

* L'examen de la figure 114, lignes 3 et 4, fait parfaitement comprendre ce phénomène.

minue forcément de volume et chasse une partie de l'air qu'il contient, absolument comme une éponge mouillée pressée entre les mains se dépouille du liquide qu'elle renferme.

Pendant l'inspiration, la glotte, orifice supérieur du larynx, est maintenue ouverte par la contraction de muscles puissants (*crico-aryténoïdiens postérieurs*) placés sous la dépendance des nerfs laryngés, qui l'empêchent de se fermer sous l'influence de la pression atmosphérique.

Les parois latérales de la cage thoracique sont constituées par

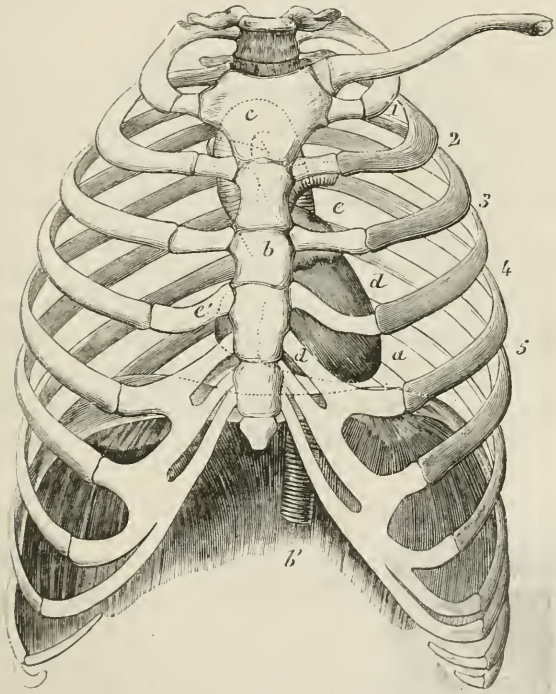


Fig. 116. — *Thorax et diaphragme.**

les côtes, arcs longs et mobiles, articulés, en arrière, avec la colonne vertébrale, sur laquelle ils prennent un point d'appui, et,

* 1, 2, 3, 4, 5) Côtes. — *a, d, e*) Espaces intercostaux. — *b, c*) Sternum (on voit en arrière le cœur et l'aorte). *b'*) Artère aorte. Toute la partie ombrée qui l'entoure est le diaphragme. — *e' d*) Cartilages qui unissent les côtes au sternum.

en avant, avec le sternum. Le niveau de l'articulation avec le sternum étant plus bas que celui de l'articulation avec la colonne vertébrale, les côtes, au lieu de former un plan horizontal, se trouvent sur un plan fortement incliné en avant.

A chaque inspiration, les côtes exécutent un double mouvement, l'un, d'élévation, qui relève leur extrémité antérieure et tend, par conséquent, à rendre leur plan horizontal; l'autre, de rotation, dans lequel elles semblent tourner autour d'un axe représenté par une ligne qui passerait par leurs deux extrémités sternale et vertébrale, ce qui les écarte l'une de l'autre et les relève latéralement.

Ce double mouvement des côtes a pour résultat, le premier, d'agrandir la poitrine d'avant en arrière *; le second, de la dilater en largeur. Nous verrons plus loin qu'elle est en outre augmentée en hauteur aux dépens de la cavité abdominale par l'abaissement du diaphragme, muscle qui forme la base de la poitrine.

Dans les mouvements respiratoires prolongés, l'accroissement du diamètre de la poitrine d'arrière en avant par suite de l'élévation des côtes peut projeter le sternum en avant de 3 centimètres environ. La rotation des côtes autour de l'axe dont nous avons parlé peut accroître le diamètre transversal de la poitrine de 4 centimètres.

Dans l'expiration, les côtes retournent à leur position primitive

** Il suffit d'examiner la figure ci-contre, dans laquelle *x y* représente la colonne vertébrale, *a b* le sternum, *c a*, *d b* les côtes, pour comprendre comment le mouvement d'élévation des côtes les écarte l'une de l'autre et en même temps agrandit la poitrine d'arrière en avant. La distance qui sépare la colonne vertébrale *x y* du sternum *a b* est évidemment plus grande quand les côtes *a c*, *b d*, sont horizontales que quand elles occupent les positions inclinées *a' c*, *b' d*. En même temps, la distance existant entre *a c* et *b d* est accrue, car la ligne perpendiculaire *d e*, représentant l'intervalle qui sépare les deux côtes inclinées *a' c*, *b' d*, est plus courte que la perpendiculaire *d c* représentant l'intervalle qui sépare les deux côtes horizontales *a c*, *b d* (dans un triangle rectangle *c e d*, l'hypoténuse *c d* est toujours plus longue, en effet, qu'un côté *e d*).

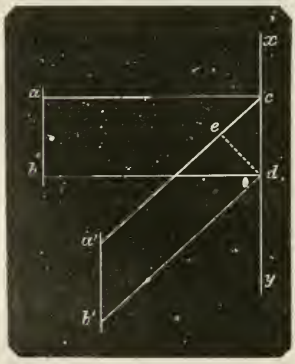


Fig. 117.

et décrivent, par suite, en sens inverse les mouvements que nous venons de faire connaître.

Les mouvements des côtes pendant la respiration se font sous l'influence de muscles auxquels, en raison de leurs fonctions, on a donné le nom de *muscles inspirateurs* et *muscles expirateurs*.

Dans la respiration normale, les mouvements inspiratoires du thorax se font presque exclusivement sous l'influence du diaphragme, muscle qui forme une sorte de voûte à convexité su-

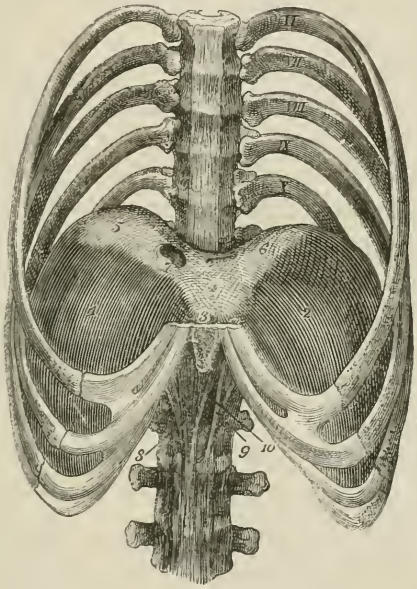


Fig. 118.
*Cage thoracique, dont une partie des côtes a été enlevée pour laisser voir le diaphragme.**

périeure fermant hermétiquement la base de la poitrine, au pourtour de laquelle il est fixé. En arrière, il prend un point d'appui solide sur la colonne vertébrale par des faisceaux nommés *piliers*.

Lorsque le diaphragme se contracte, sa convexité s'abaisse et tend à former un plan horizontal, et la dimension verticale de la

* VI à X) Sixième à dixième côte. — 4 à 7) Diaphragme. — 8, 9 et 10) Piliers du diaphragme.

poitrine est nécessairement accrue. Les côtes s'élevant en même temps, la poitrine se trouve aussi dilatée en largeur.

Par suite de l'aplatissement consécutif à sa contraction, le diaphragme refoule les viscères dans l'abdomen pendant l'inspiration et le ventre se trouve légèrement soulevé. Il est facile de constater son gonflement en plaçant la main sur sa surface pendant la respiration.

La connexion qui existe entre le péricarde et le diaphragme, et surtout le vide partiel qui se fait dans la poitrine, empêchent ce dernier muscle de s'aplatir complétement quand il s'abaisse, comme le croyaient les anciens.

Dans les inspirations profondes, l'action du diaphragme est favorisée par celle des intercostaux* et de divers muscles allant des côtes à la tête, à l'omoplate, aux bras et à la colonne vertébrale. En se raccourcissant, ils relèvent les côtes et ont pour résultat de dilater la poitrine, comme nous l'avons vu.

Dans l'expiration normale, l'élasticité des poumons ** et des côtes, favorisée par la pression qu'exercent les viscères abdominaux sur le diaphragme, suffit pour ramener la cage thoracique à son état primitif. Dans l'expiration violente interviennent d'autres muscles, dont les plus importants sont : le *grand oblique*, le *petit oblique*, le *transverse* et le *grand droit*, qui forment les parois de l'abdomen. En se contractant dans l'expiration forcée, ils tirent les côtes en bas, ce qui rétrécit la poitrine, et refoulent énergiquement

* Le rôle des intercostaux, muscles qui remplissent l'intervalle laissé entre les côtes, est depuis Haller l'objet de discussions qui durent encore. Les uns ont prétendu que, absolument sans action, ils servaient simplement à garnir l'espace qui sépare les côtes; d'autres leur ont attribué les effets les plus opposés. Il paraît démontré que dans la respiration normale ils ne se contractent pas, car la dureté qu'ils offrent pendant l'inspiration et qu'on peut observer sur les côtes d'un chien mises à nu, est simplement le résultat de la tension produite par l'écartement de ces côtes. L'opinion qui nous semble la plus probable, c'est que pendant les mouvements respiratoires étendus ils rapprochent les côtes et sont, par suite, expirateurs.

** L'élasticité du poumon est suffisante à elle seule pour produire une légère inspiration après qu'il a été assez comprimé pour chasser une partie de l'air qu'il contient. Il se dilate alors comme ces poires en caoutchouc employées actuellement dans divers appareils injecteurs et qui se gonflent spontanément en se remplissant d'air aussitôt qu'on cesse de les comprimer. En se basant sur cette propriété, on a construit en Angleterre, pour produire la respiration artificielle chez les noyés, un appareil composé de bandages au moyen desquels on peut alternativement comprimer la poitrine et l'abandonner à elle-même plusieurs fois par minute.

les viscères vers le diaphragme. ce qui a pour résultat de rendre ce dernier aussi convexe que possible et, par suite, de le forcer à comprimer les poumons, qui expulsent alors leur contenu.

La force musculaire développée dans les mouvements respiratoires est considérable. D'après Donders, la force employée pour

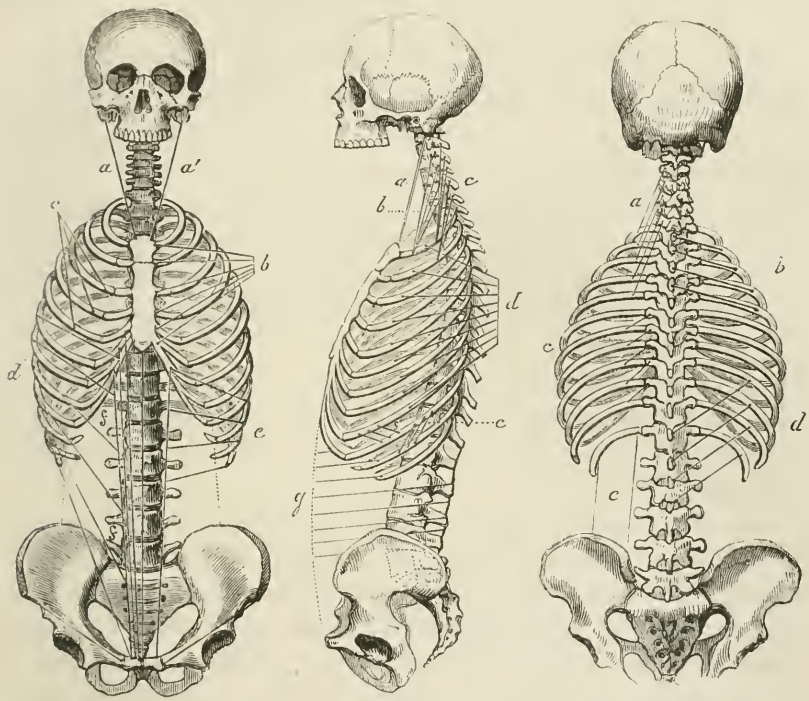


Fig. 119.* Fig. 120.** Fig. 121.***

Squelettes sur lesquels on a tracé des lignes représentant les muscles qui peuvent élever ou abaisser les côtes dans les mouvements respiratoires étendus.

vaincre la résistance du thorax et l'élasticité du poumon dans une inspiration profonde peut faire équilibre à une colonne de mer-

* *a, a'*) Sterno-mastoïdien. — *b*) Grand pectoral. — *c*) Petit pectoral. — *d*) Grand oblique. — *e*) Petit oblique. — *f*) Grand droit de l'abdomen.

** *a*) Sterno-mastoïdien. — *b*) Scalène antérieur. — *c*) Scalène postérieur. — *d*) Grand dentelé. — *e*) Fibres d'un intercostal externe. — *f*) Fibres d'un intercostal interne. — *g*) Transverse de l'abdomen.

*** *a*) Cervical descendant. — *b*) Petit dentelé postérieur et inférieur. — *c*) Côtes entre lesquelles on a représenté quelques-uns des muscles sureostaux. — *d*) Petit dentelé postérieur et inférieur.

cure de 72 millimètres de hauteur. Dans l'expiration aussi étendue que possible, la force développée pour chasser l'air des poumons ferait équilibre à une colonne mercurielle de 87 millimètres. Une partie de cette force (équivalente à une colonne mercurielle de 20 millimètres environ) est produite, dans ce dernier cas, par l'élasticité du poumon, qui, au lieu de gêner les mouvements du thorax comme dans l'inspiration, les favorise au contraire*.

Les changements de forme que le thorax éprouve pendant la respiration présentent des variations assez sensibles, suivant l'âge et le sexe, et l'on peut ramener à trois types principaux les divers modes de respiration de l'homme et des animaux.

Dans le premier (*type abdominal*), les côtes sont peu mobiles et les mouvements respiratoires se traduisent par les oscillations du ventre, qui devient très-saillant pendant l'inspiration et se déprime pendant l'expiration. Les jeunes enfants respirent généralement de cette façon.

Dans le deuxième type (*type costo-inférieur*), l'agrandissement de la poitrine se manifeste surtout par le mouvement des côtes inférieures, les premières restant immobiles. L'homme adulte respire habituellement ainsi.

Dans le troisième type (*type costo-supérieur* ou *pectoral*), ce sont les côtes supérieures et même la clavicule qui se meuvent. Ce type est propre à la femme. A chaque mouvement inspiratoire, son sein et ses clavicules se soulèvent, tandis que les mêmes régions restent immobiles chez l'homme. Cette disposition, d'après laquelle l'inspiration se fait principalement par le mouvement des côtes supérieures au lieu d'avoir lieu par l'intermédiaire du diaphragme, est.

* Il peut sembler étonnant, au premier abord, que la force développée par le thorax en se dilatant ne puisse faire monter le mercure que de 72 millimètres seulement; mais, en réalité, cette force est considérable. La pression que le thorax doit vaincre étant, en effet, la même sur tous les points, est égale, d'après les lois de la mécanique, au poids d'une colonne mercurielle qui aurait pour hauteur 72 millimètres et pour base toute la surface thoracique. Le poids d'une telle colonne étant de 350 kilogrammes environ, on voit combien est considérable l'effort développé par le thorax pendant sa dilatation.

Une partie de la force perdue dans l'inspiration se retrouve dans l'expiration; le poumon, en vertu de son élasticité, revient, en effet, avec d'autant plus de force sur lui-même, qu'il a été plus dilaté.

comme l'avait déjà fait remarquer Haller, fort utile, car avec les autres modes respiratoires, le type abdominal notamment, la respiration eût été considérablement gênée pendant la grossesse, par suite de la difficulté qu'eût éprouvée le diaphragme à refouler les viscères dans l'abdomen déjà distendu par le produit de la conception.

On arrive assez facilement, par l'exercice, à transformer les divers types respiratoires. La respiration abdominale étant celle qui permet d'emmagasiner le plus d'air possible dans la poitrine, est la moins fatigante pour les chanteurs et celle qu'ils tâchent habituellement d'acquérir.

Le *nombre d'inspirations* que l'homme exécute en un temps donné varie dans des limites assez étendues, suivant l'âge, la température extérieure, l'état de repos ou d'exercice etc. D'après Quetelet, l'enfant nouveau-né respire 44 fois par minute; à l'âge de 5 ans, 26 fois; à 25 ans, 18 fois. Un adulte respire, par conséquent, 1100 fois par heure; 26,000 fois par jour.

La fréquence des inspirations diminue pendant le sommeil; dans la vieillesse, elle diminue également. L'exercice musculaire a sur elle une influence des plus considérables; une course de quelques instants peut la quintupler facilement.

Chez les animaux, les mouvements respiratoires sont en général d'autant plus fréquents que les espèces sont plus petites. La souris respire 60 fois par minute; le serin, 100 fois; le rat, 200 fois; le chien et le chat, de 20 à 25 fois; le bœuf et le cheval, de 10 à 15 fois; le plus grand des mammifères, la baleine, ne respire que 4 à 5 fois.

§ 3.

BRUITS DIVERS AYANT LEUR SIÉGE DANS L'APPAREIL RESPIRATOIRE. RONFLEMENT, SOUPIR, HOQUET, BAILLEMENT ETC.

A l'état normal, l'air qui pénètre dans la bouche et les narines, ne rencontrant point d'obstacle, ne produit aucun bruit. Quand on respire par le nez, ce qui arrive souvent la nuit, il se produit un bruit léger, dû au passage de l'air dans l'orifice étroit et élas-

tique des fosses nasales. Le souffle devient très-bruyant lorsque l'orifice nasal est rétréci par une tumeur ou par le gonflement de la muqueuse ou encore par l'accumulation de mucosités obstruant la voie que l'air doit parcourir. Quand le voile du palais est assez tendu pour vibrer, l'air produit dans les fosses nasales et le pharynx une résonnance anormale qui constitue le *ronflement*. C'est surtout chez les personnes qui dorment la bouche ouverte et font de fortes inspirations que se manifeste ce bruit.

L'oreille appliquée contre la poitrine d'un homme sain entend un bruit doux, analogue à celui de la respiration d'un enfant endormi, et qu'on a nommé *murmure vésiculaire*. Ce bruit, qui est dû à la pénétration de l'air dans les vésicules pulmonaires et à sa sortie, éprouve dans les affections de l'appareil respiratoire des modifications profondes.

Le *soupir*, le *bâillement*, l'*éternuement*, la *toux*, les *sanglots*, l'*expectoration*, le *rire* et divers bruits qui se produisent pendant la respiration sont également placés sous la dépendance des organes respiratoires.

Le *soupir* est une inspiration profonde et prolongée suivie d'une expiration rapide. Son résultat est d'introduire dans la poitrine une quantité d'air plus considérable qu'à l'état normal. C'est un mouvement involontaire que les émotions tristes tiennent sous leur dépendance.

Le *bâillement* est une inspiration lente et profonde suivie d'une expiration étendue. Pendant qu'il se produit, le voile du palais ferme les fosses nasales et empêche l'air de passer par cette voie.

Le *hoquet* résulte d'une contraction spasmodique involontaire du diaphragme. L'air attiré rapidement dans la poitrine par cette contraction du diaphragme produit, en passant sur les bords tendus de la glotte, un bruit caractéristique qu'il n'est pas toujours facile d'assourdir.

L'*éternuement*, la *toux*, le *moucher*, l'*expectoration*, sont des phénomènes du même ordre. Ils sont le résultat d'une inspiration profonde suivie d'une expiration brusque qui balaie par un cou-

rant rapide les mucosités des voies aériennes. Une sensation anormale sur la muqueuse des fosses nasales, la présence de mucosités ou de corps étrangers dans les narines, diverses affections des poumons en sont les causes. Le bruit de la toux est produit par la vibration des bords de la glotte.

L'expectoration, le moucher et l'éternuement ont pour résultat de chasser les corps accumulés dans les cavités que le courant d'air traverse.

Le *rire* et le *sanglot* sont des contractions spasmodiques et involontaires du diaphragme. A une inspiration courte succède une série d'expirations plus ou moins prolongées, accompagnées d'un bruit particulier produit par la résonnance des cordes vocales. Ce sont deux phénomènes fort différents sans doute, mais dont le mode de production est cependant identique. La nature a voulu — froide ironie des choses — que ce soit par le même mécanisme que s'expriment ces sentiments, si éloignés en apparence et pourtant, en réalité, souvent si voisins, la gaîté heureuse et la tristesse amère.

CHAPITRE XIII.

L'AIR.

§ 1er. — *Découvertes qui ont conduit à la connaissance de la composition de l'atmosphère.* — § 2. *Composition de l'air* : oxygène, ozone, azote, acide carbonique. — Propriétés physiologiques de ces divers gaz. — Influence de la respiration des plantes sur la quantité d'acide carbonique contenue dans l'atmosphère. — Gaz toxiques accidentellement mélangés à l'air : oxyde de carbone, hydrogène sulfuré etc. — Vapeur d'eau atmosphérique. — Influence des forêts sur l'humidité de l'air. — Poussières de l'atmosphère. — Expériences de Tyndall sur leur filtration. — Application au pansement des plaies et au séjour dans une atmosphère viciée. — Miasmes. Leur nature végétale et animale. — Mode de propagation des miasmes. — Matière donnant à l'air sa coloration bleue. — § 3. *Propriétés physiques de l'air. Pression, température etc.* Pression atmosphérique, son influence sur les êtres vivants. — Action d'une atmosphère raréfiée ou condensée. — Explication des phénomènes observés quand on s'élève sur une montagne. — Influence de la lumière sur les propriétés de l'air. — Température de l'air; son influence sur les êtres vivants. — Impossibilité pour les hommes du Nord de s'acclimater dans les pays chauds. — Utilité de la connaissance de l'influence des milieux sur l'homme.

Nous avons dit, dans le précédent chapitre, que ce n'est qu'en se combinant avec l'oxygène de l'air que les matériaux nutritifs accumulés par la digestion dans la trame de tous les tissus peuvent mettre en liberté les forces qu'ils contiennent.

L'atmosphère qui enveloppe notre globe est donc indispensable à l'existence des êtres qui l'animent, et si, par une cause quelconque, elle venait à être détruite, tout ce qui vit sur la surface terrestre cesserait aussitôt de vivre.

L'air forme autour de notre planète une couche gazeuse transparente qui la suit dans sa course rapide. Son épaisseur n'était guère évaluée autrefois qu'à 12 lieues environ; mais, d'après les observations faites récemment sur les étoiles filantes, elle atteindrait 80 lieues. Cependant, si l'atmosphère avait partout la densité qu'elle possède au niveau de la mer, sa hauteur ne dépasserait

pas 8 kilomètres*. Nous verrons plus loin qu'au-dessus de cette élévation l'air est trop raréfié pour que les animaux y puissent vivre.

L'atmosphère est un milieu dans lequel les êtres vivants puisent et rejettent sans cesse. Par sa composition et par les corps divers qu'il peut contenir, de même aussi que par sa température, sa pression etc., cet océan gazeux a, sur tout ce qui vit dans son sein, une influence considérable.

Nous étudierons successivement dans ce chapitre la composition de l'atmosphère et l'influence que les variations de température, de pression etc. qu'elle peut subir sont susceptibles d'exercer sur les êtres vivants qui y sont plongés.

§ 1er.

DÉCOUVERTES QUI ONT CONDUIT A LA CONNAISSANCE DE LA COMPOSITION DE L'AIR.

Les anciens considéraient l'air comme un des quatre éléments d'où dérivent tous les corps. Son influence sur l'homme était connue, car Hippocrate considérait ses altérations comme la cause principale des maladies.

La chimie naissante du moyen âge n'eut pendant longtemps que des notions confuses sur l'air. Au dix-septième siècle, Van Helmont reconnut l'existence de l'acide carbonique, auquel il attribua avec raison l'action nuisible de l'atmosphère des celliers. Rey constata que les métaux chauffés au contact de l'atmosphère augmentaient de poids, par suite de leur combinaison avec un de ses principes. Il découvrit également que l'air est un corps pesant, ce qui avait été nié avant lui et fut contesté encore jusqu'au jour où Torricelli fit connaître ses mémorables expériences. Enfin, au dix-huitième siècle, Priestley et Scheele isolèrent l'oxygène par décomposition des oxydes, et à l'époque où Lavoisier publia ses travaux, on savait

* Si la terre était représentée par une sphère de 10 mètres de diamètre, l'atmosphère serait représentée par une couche d'un peu moins de 4 centimètres d'épaisseur.

que l'atmosphère contient un gaz impropre à la respiration (l'azote), un gaz indispensable à la respiration et qu'on croyait former le quart de son poids (l'oxygène), et un acide particulier (l'acide carbonique), en très-petite proportion.

En prenant pour base les découvertes précédentes, le dernier des illustres chimistes que nous venons de nommer fit, en 1777, sur l'atmosphère et le rôle qu'elle joue dans la respiration et la combustion une série de travaux qui fixèrent la science sur cette question.

Nous voyons par cet exposé rapide que Lavoisier n'a nullement découvert la composition de l'air, comme on le dit généralement, et surtout qu'il n'a pas créé la chimie de toutes pièces, comme les livres classiques le répètent à l'envi. Des indications de cette sorte ne peuvent que fausser le jugement de ceux qui les acceptent, en leur donnant les notions les plus erronées sur la marche habituelle du progrès. Il n'est pas de science — et la chimie surtout — qui puisse sortir du cerveau d'un seul homme, pas même d'invention, ni l'imprimerie, ni la machine à vapeur, ni la télégraphie électrique, qu'un seul individu ait pu créer de toutes pièces, comme le croit le vulgaire. Des découvertes pareilles ne sont que le résultat d'une longue série de découvertes accessoires, et les fondements scientifiques sur lesquels elles s'élèvent ont exigé le concours de travailleurs nombreux.

Mais si les découvertes proprement dites de Lavoisier en chimie sont minimes, les conséquences qu'il sut tirer de faits lentement amassés pendant les siècles qui le précédèrent sont, au contraire, immenses, et tant que la chimie vivra, le nom de ce profond penseur traversera les âges.

La première expérience que fit Lavoisier pour fixer la composition de l'atmosphère mérite d'être rapportée. En faisant chauffer plusieurs jours du mercure dans un ballon qui communiquait avec une cloche reposant sur le même métal et contenant un volume d'air connu, il vit le mercure du ballon se couvrir de parcelles rouges, dont le nombre cessa bientôt de s'accroître. Ces parcelles étaient constituées par de l'oxyde de mercure formé aux dépens de l'oxygène de l'air de la cloche, lequel, naturellement, diminua de volume et

finit par ne plus occuper que les quatre cinquièmes de l'espace qu'il remplissait d'abord. Réduit de volume et devenu impropre à entretenir la combustion et la respiration, l'air de la cloche avait évidemment perdu quelque principe constituant, qui s'était sans doute fixé sur le mercure. Pour s'en convaincre, Lavoisier fit chauffer les parcelles rouges qu'il avait recueillies à la surface de ce liquide et en retira un gaz qui avait les mêmes propriétés que l'air, mais à un degré plus énergique. C'était l'oxygène. Quant au gaz resté dans la cloche après la transformation du mercure du ballon en oxyde rouge, c'était l'azote.

En répétant et variant cette expérience, Lavoisier arriva à doser exactement les principes constituants de l'atmosphère.

§ 2.

COMPOSITION DE L'AIR.

Des analyses de l'air plusieurs fois répétées ont démontré qu'il est formé par le mélange d'environ un cinquième d'oxygène, quatre cinquièmes d'azote, quelques dix-millièmes d'acide carbonique et une proportion très-variable de vapeur d'eau. Il contient, en outre, habituellement un grand nombre de corps divers : ozone, ammoniaque, iode, débris de matières organisées, miasmes etc.

Nous allons examiner successivement le rôle que jouent sur les propriétés de l'atmosphère ces divers principes.

Oxygène de l'air. L'oxygène est le corps auquel l'air doit ses propriétés vivifiantes. C'est, de tous les gaz connus, le seul qui puisse entretenir la combustion et la respiration. Sa proportion dans l'atmosphère varie fort peu et oscille entre 20,38 et 21,20 pour cent.

On croyait autrefois que l'inhalation prolongée de l'oxygène pur produirait une accélération trop vive des fonctions, dont la conséquence rapide serait la mort; mais il est démontré aujourd'hui que des animaux peuvent vivre dans ce gaz pendant plusieurs heures, et qu'on le fait respirer utilement dans diverses maladies, notamment dans l'asthme, l'anémie, l'asphyxie, et pour relever les forces.

Les expériences faites dans ces dernières années sur des malades auxquels on faisait respirer de 15 à 40 litres d'oxygène par jour pendant plusieurs mois, sembleraient même prouver, contrairement à l'opinion professée autrefois, son efficacité contre la phthisie, et il est probable que le jour où le problème de sa préparation industrielle sera résolu, son emploi en thérapeutique se généralisera de plus en plus.*

Ozone. L'oxygène de l'air peut revêtir un état particulier, auquel on a donné le nom d'*ozone* ou d'*oxygène électrisé*. C'est un corps odorant, doué de propriétés oxydantes beaucoup plus énergiques que celles de l'oxygène ordinaire. Sa densité serait cinquante fois supérieure à celle de ce gaz, c'est-à-dire de beaucoup plus élevée que celle de tous les corps gazeux connus. Divers auteurs le considèrent simplement comme de l'oxygène condensé au lieu de l'envisager comme de l'oxygène électrisé, ainsi qu'on l'avait fait d'abord. Il paraît démontré que c'est sous cette forme que l'oxygène existe dans le sang.

La proportion d'ozone que l'atmosphère contient est très-variable. Elle se constate assez facilement par la coloration plus ou moins vive que prend à l'air un papier amidonné imbibé d'iodure de potassium ou, mieux, un papier rouge de tournesol également ioduré,

* Les effets nuisibles que la respiration de l'oxygène a quelquefois produits tenaient à son mode de fabrication. C'est généralement, du reste, à la différence de préparation des substances qui servent aux expériences qu'est due la diversité des résultats qu'elles produisent. L'oxygène préparé avec de l'oxyde de mercure, comme on le faisait autrefois, entraîne toujours avec lui du mercure, métal dont les curieuses expériences de M. Merget ont récemment prouvé la grande volatilité. L'extrême divergence des résultats obtenus par divers expérimentateurs avec le protoxyde d'azote nous fournit un exemple analogue de l'influence du mode de préparation d'un corps sur ses propriétés. Désirant, il y a quelques années, utiliser l'action anesthésique de ce gaz, alors fort en usage en Amérique, un chirurgien-dentiste de Paris, M. Préterre, me pria de l'aider à installer les appareils nécessaires pour l'obtenir. Après quelques essais, nous reconnûmes bien vite que le protoxyde d'azote, préparé en suivant les règles indiquées dans la plupart des ouvrages de chimie français, contient très-souvent du chlore et du bioxyde d'azote et détermine alors les effets toxiques observés en France au commencement de ce siècle, et récemment, en Allemagne, par M. Hermann. Purifié par des lavages convenables et surtout par un séjour d'au moins vingt-quatre heures dans le gazomètre qui a servi à le recueillir, il est, au contraire, inoffensif, et produit, outre ses effets anesthésiques, l'action hilarante autrefois décrite par Davy.

L'air des campagnes, qui, d'après M. Houzeau, lui doit sa salubrité, en contient 1/140,000. L'air des grandes villes n'en renferme pas. Il est plus abondant le printemps que l'hiver, et s'accroît considérablement à la suite des ouragans et des mouvements impétueux de l'atmosphère. C'est lui qui donne à l'air cette odeur sulfureuse spéciale qu'on perçoit souvent pendant les orages.

On a pensé qu'en raison de l'énergie de ses propriétés oxydantes l'ozone détruirait les miasmes, et son absence reconnue dans diverses épidémies est une présomption en faveur de cette hypothèse; son augmentation coïnciderait, au contraire, avec diverses inflammations des organes respiratoires.

D'après les expériences de Mantegazza, les fleurs odorantes et les essences produiraient, au contact de l'air, une certaine quantité d'ozone. Les plantes inodores seraient, au contraire, complétement dépourvues de cette propriété.

Azote de l'atmosphère. L'azote forme les quatre cinquièmes de l'atmosphère. C'est un gaz inerte, qui semble ne jouer aucun rôle dans la respiration et servir seulement à tempérer les propriétés trop actives de l'oxygène, absolument comme l'eau atténue les effets du vin.

Les animaux qu'on plonge dans une atmosphère exclusivement composée d'azote meurent rapidement, non parce que ce gaz est toxique, mais parce qu'il est dépourvu des propriétés nécessaires pour entretenir la vie. Ils y meurent comme les mammifères plongés dans l'eau, uniquement par privation d'oxygène.

Acide carbonique de l'atmosphère. L'acide carbonique existe dans l'air dans la proportion de 2 à 5 dix-millièmes. Comme les animaux en sécrètent une quantité notable par la respiration, toutes les fois qu'il y a accumulation d'individus dans un espace étroit, il s'y produit bientôt un excès de ce gaz. Lorsque l'air en renferme 1 p. 100, on commence à éprouver un certain malaise; à 10 p. 100, l'asphyxie se manifeste.

Il semble bien démontré aujourd'hui que l'acide carbonique n'est pas toxique. Les animaux qu'on soumet à son action jusqu'à manifestation de la mort apparente dans la célèbre grotte du Chien, aux

environs de Naples, vivent aussi longtemps que les autres individus de leur espèce et ne se montrent nullement incommodés de ces expériences, que la curiosité des voyageurs fait souvent répéter plusieurs fois par jour.

Les phénomènes observés dans l'asphyxie par la vapeur de charbon sont dus beaucoup moins à l'acide carbonique qu'à l'oxyde de carbone, gaz extrêmement toxique, qui se dégage également pendant la combustion. L'acide carbonique qui s'échappe des cuves en fermentation produit aussi, en raison de son mélange avec la vapeur d'alcool provenant du raisin, des effets différents de ceux qui résultent de l'absorption de l'acide carbonique pur.

Les animaux plongés dans de l'acide carbonique pur ou même mélangé d'une certaine quantité d'air y meurent, il est vrai, beaucoup plus vite que dans d'autres gaz, tels que l'azote et l'hydrogène, mais cela tient uniquement à ce que l'acide carbonique du sang, ne pouvant plus, en raison de la tension considérable de cette atmosphère artificielle que les poumons contiennent, s'échapper au dehors, s'accumule dans ce liquide, ce qui n'a pas lieu quand on respire de l'hydrogène ou de l'azote, corps dont la tension est très-inférieure à celle des gaz que le sang renferme.

L'acide carbonique ne pouvant entretenir la respiration ni la combustion, les corps en ignition s'éteignent quand ils sont placés dans un milieu contenant une forte proportion de ce gaz. Lorsqu'on pénètre dans une mine ou dans une cave où se trouvent des cuves de raisin en fermentation, il est bon de se munir d'une lumière et de se retirer rapidement si on la voit pâlir.

La respiration jetant dans l'atmosphère des quantités d'acide carbonique considérables, on pourrait croire que la composition de l'air doit s'altérer promptement. Comme les plantes respirent d'une façon opposée à celle des animaux, c'est-à-dire qu'au lieu d'absorber de l'oxygène et de le transformer en acide carbonique, elles absorbent de l'acide carbonique et le transforment en oxygène, on en a conclu que c'était grâce à cette espèce de rôle providentiel joué par les plantes que l'atmosphère conservait sa composition constante.

Mais, outre que cette opposition entre la respiration des végé-

taux et celle des animaux est loin d'être aussi profonde qu'elle le paraît d'abord, car dans l'obscurité la plante respire comme l'animal, l'influence des végétaux sur la composition de l'atmosphère est en réalité fort minime. Dumas a établi par ses calculs que la respiration de tous les animaux qui peuplent le globe ne pourrait, en un siècle, enlever à l'atmosphère que la huit-millième partie de son oxygène. En mille siècles, espace de temps dont on comprend l'immense étendue en songeant que les annales de l'histoire remontent à soixante siècles à peine, l'air perdrait seulement le huitième de l'oxygène qu'il contient. Or l'expérience nous prouve que les animaux vivent sans la moindre gêne dans une atmosphère ainsi modifiée. Le rôle régénérateur des plantes sur l'atmosphère est donc en réalité fort minime.

Gaz toxiques accidentellement mélangés à l'atmosphère : hydrogène sulfuré, oxyde de carbone etc. L'air peut contenir accidentellement divers gaz toxiques, tels que l'hydrogène sulfuré, l'oxyde de carbone, l'ammoniaque etc. L'hydrogène sulfuré, composé qui se dégage en grande quantité des fosses d'aisance, et que le gaz d'éclairage mal préparé contient quelquefois aussi, est un des plus dangereux. Les oiseaux plongés dans une atmosphère qui en contient 1/1500, un chien dans de l'air en renfermant 1/800, succombent rapidement. Il est peu d'habitants de Paris qui n'aient éprouvé les effets pernicieux de ce composé pendant le curage nocturne des fosses d'aisance.

Quant à l'oxyde de carbone, c'est un produit de la combustion du charbon. Quoique moins délétère que l'hydrogène sulfuré, il est encore très-dangereux. 1/100 dans l'atmosphère suffit pour la rendre mortelle.

Introduit par la respiration dans le sang, l'oxyde de carbone se combine avec les globules, pour lesquels il a une grande affinité et chasse l'oxygène qu'ils contiennent. Il les rend ainsi incapables d'absorber de nouvelles quantités de ce gaz et, par suite, d'entretenir la vie des tissus. Si l'animal respire une forte quantité d'oxyde de carbone, les globules se trouvent dépouillés de tout leur oxygène et une mort rapide en est la conséquence. S'il n'y a qu'une

petite quantité d'oxyde de carbone d'absorbée, les globules ne perdent qu'une portion de leur oxygène; leurs propriétés vitales sont alors réduites, mais non anéanties, et le résultat final est le même que si l'on diminuait la masse du sang par une saignée, c'est-à-dire si on rendait l'animal anémique. Cette intoxication du sang par l'oxyde de carbone et l'anémie chronique, qui en est la suite, s'observe fréquemment chez les repasseuses, les cuisinières et les personnes qui font usage de chaufferettes ou de poêles en fonte dont les tuyaux sont mal joints. L'usage de chaufferettes est aussi antihygiénique que possible et doit être certainement rangé parmi les causes les plus actives de cet état d'anémie profonde qu'on rencontre si communément chez les ouvrières des grandes villes.

Vapeur d'eau de l'atmosphère. L'air contient toujours une certaine quantité de vapeur d'eau. Comme il en faut d'autant plus pour le saturer que sa température est plus élevée, l'atmosphère peut, par un temps froid, être très-près de son point de saturation, c'est-à-dire très-humide *, bien que contenant peu de vapeur, de même qu'elle peut être, par un temps chaud, loin de son point de saturation, c'est-à-dire fort sèche, quoique renfermant beaucoup de vapeur. L'été, l'atmosphère contient généralement plus d'eau que l'hiver. Quand on chauffe un appartement, on ne diminue pas la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air, mais on recule son point de saturation.

Les forêts ont une influence considérable sur l'humidité de l'atmosphère. Les pays déboisés se dessèchent rapidement. Quand le reboisement s'opère, les sources et les cours d'eau reprennent bientôt leur niveau primitif.

C'est principalement par l'obstacle qu'elles apportent à l'évaporation de l'eau du sol et par la grande quantité de vapeur d'eau atmosphérique, qui se condense sur les feuilles des arbres refroidies par le rayonnement nocturne, que les forêts s'opposent au dessèchement des terrains qu'elles avoisinent et recouvrent.

* On désigne par *humidité* ou *fraction de saturation* le rapport existant entre la quantité de vapeur d'eau que l'air contient et celle qu'il contiendrait s'il était saturé à la même température.

Si l'atmosphère ne contenait pas une certaine quantité de vapeur d'eau, les êtres vivants se dessècheraient rapidement et ne tarderaient pas à mourir, à l'exception de quelques espèces inférieures, qui jouissent, comme les rotifères et les tardigrades, de la propriété de pouvoir se dessécher sans périr. Baker a vu des vibrions du blé revenir à la vie après vingt-sept ans de dessiccation.

Poussières atmosphériques. Quand on fait passer un rayon de soleil à travers la fenêtre d'une chambre obscure, on aperçoit sur son trajet un nombre considérable de corpuscules en mouvement. Avec un faisceau de lumière électrique convenablement dirigé, on donne à l'air un aspect qui rappelle beaucoup plus celui d'un corps demi-solide que celui d'un gaz transparent, et l'imagination reste étonnée de la quantité vraiment incroyable de choses diverses que chaque mouvement inspiratoire introduit dans les poumons.

Les corpuscules qui flottent dans l'atmosphère sont constitués par des parcelles de tous les corps que l'industrie manie : débris de laine et de coton, fragments de silex, grains de pollen et de fécule, corpuscules de charbon etc. Dans l'atmosphère des cafés, ces poussières sont mélangées de vapeurs d'alcool, de nicotine * et des diverses essences que contiennent les liqueurs qui s'y consomment; dans les ateliers de tourneurs de métaux, l'air tient en suspension des particules des métaux qu'on y travaille etc. L'influence de ces différents corps est d'autant plus dangereuse que le poumon, ainsi que nous le verrons dans le prochain chapitre, a un pouvoir absorbant bien plus considérable que celui des autres organes.

Il est très-difficile de débarrasser l'atmosphère des corpuscules qu'elle contient. Tyndall a vu qu'après avoir traversé des tubes contenant de la potasse et de l'acide sulfurique, l'air en renfermait encore. Ils ne disparaissent complétement qu'après avoir passé à travers des tubes chauffés au rouge ou renfermant une couche de coton. En respirant à travers une feuille de cette dernière substance ou simplement à travers un mouchoir plié en plusieurs doubles et appliqué devant les narines et la bouche, on peut rester im-

* Dans mon mémoire sur *la fumée du tabac*, j'ai fait connaître le moyen de doser exactement la quantité de nicotine que l'atmosphère des cafés contient.

punément dans une atmosphère rendue irrespirable par les corps étrangers qu'elle contient, tels que la fumée, ou dangereuse par les miasmes qui peuvent y être répandus, comme dans une salle d'hôpital, par exemple*. Des masques en coton seraient fort utiles dans ces industries nombreuses, telles que la taille des pierres, le tournage du cuivre, le dévidage des cocons de soie, la dorure au mercure, la fabrication du phosphore et de la céruse etc., qui abrégent

* En se basant sur les expériences de Tyndall, le docteur Lister, professeur à Édimbourg, dit avoir obtenu les meilleurs résultats de l'emploi du coton pour le pansement des plaies, mais en prenant la double précaution de le débarrasser des corpuscules organisés qu'il peut contenir et ensuite d'en mettre à la surface des plaies une couche assez épaisse pour que les liquides qu'elles sécrètent ne puissent passer à travers. Voir, du reste, la description du pansement employé par ce médecin :

«Après avoir imprégné le coton avec environ la deux-centième partie de son poids « d'acide phénique à l'état de vapeur, on lavait la surface et le pourtour de la plaie « en employant à cet effet une solution contenant 1 partie d'acide pour 40 parties « d'eau; on appliquait alors un morceau de soie huilée de la grandeur de la plaie, en « vue d'empêcher celle-ci d'adhérer au pansement. Une compresse de toile pliée en « plusieurs doubles et chargée de vapeurs phéniquées, de la même manière que le « coton, était superposée ensuite à la soie huilée, qu'elle couvrait entièrement et dont « elle dépassait même les bords. Cette compresse était destinée à absorber la sécré- « tion à mesure qu'elle se produisait, beaucoup mieux que n'aurait pu le faire le coton, « qui ne s'imbibe que difficilement, et à empêcher ainsi les matières de suinter entre « les pièces du pansement et la plaie. Grâce à cette précaution, on prévenait l'appa- « rition trop rapide des matières à l'extérieur et la *putréfaction, qui en est la consé- « quence immédiate.* Finalement, un large gâteau de coton phéniqué recouvrait le tout « et était maintenu en situation par un bandage.

«Bien que, par suite de l'évaporation de l'acide phénique, les pièces de pansement « fussent, dans l'espace de un à deux jours, entièrement dépouillées de tout principe « chimique antiseptique, le coton prévenait indéfiniment la putréfaction, à condition « toutefois que la sécrétion ne se frayât pas un passage jusqu'à la surface externe « de l'enveloppe.» (Extrait d'un discours sur le traitement antiseptique, prononcé au mois d'août 1871 par le docteur Lister, à la réunion annuelle de l'Association britannique.)

J'ai vu très fréquemment employer pendant la dernière guerre — et, je dois le dire, bien souvent sans succès — les pansements au coton et à l'acide phénique. Les insuccès tenaient peut-être à ce qu'on omettait de dépouiller préalablement le coton des corpuscules qu'il contient, comme le recommande Lister. Cependant je crois qu'ils tiennent aussi en grande partie à la façon dont on lave habituellement les plaies. Les lavages, tels qu'on les pratique généralement avec des compresses ou des éponges, sont tout à fait superficiels et n'atteignent pas le pus des anfractuosités des plaies, qui, dès lors, peut se décomposer et produire les accidents si souvent observés. Ce n'est qu'en dirigeant dans la plaie un jet d'eau puissant, au moyen d'une forte seringue, ou mieux, d'un irrigateur, qu'on peut réussir à les nettoyer parfaitement.

considérablement la vie des ouvriers qu'une dure nécessité condamne à les exercer.

En respirant à travers une feuille de ouate ou un mouchoir épais appliqué devant la bouche, on ne pourrait rester que quelques instants dans une atmosphère contenant une fumée un peu épaisse; mais en employant un tube renfermant une couche de ouate et une couche de charbon de bois humecté de glycérine, on pourrait séjourner presque indéfiniment dans une fumée aussi épaisse que possible, ainsi que l'a récemment constaté le physicien Tyndall dans des expériences faites avec le chef des pompiers de la ville de Londres.

Miasmes de l'atmosphère. Outre les corpuscules qu'il contient presque toujours, l'air peut tenir en suspension ou en dissolution dans sa vapeur d'eau diverses matières organiques nommées *miasmes* et dont on démontre facilement l'existence en condensant dans des vases refroidis la vapeur d'eau de l'air des marais, des salles d'hôpitaux et, en général, de tous les endroits où se trouvent des substances organiques en décomposition.

L'examen du liquide condensé y fait reconnaître, au bout de quelques heures, la présence d'un nombre considérable d'animaux et de végétaux microscopiques, et on en a conclu que les miasmes étaient constitués par les germes d'êtres organisés.

Les miasmes qui produisent la fièvre intermittente sont ceux dont l'étude est la plus avancée. D'après les expériences de Salisbury en Amérique, ces fièvres seraient produites par l'absorption des spores d'une sorte d'algues (*palmellæ*) qui existent en grande proportion dans l'atmosphère des marais et qu'on retrouve dans l'urine des individus atteints de fièvre intermittente, ce qui prouve leur absorption. En transportant des plantes à fièvre dans des districts montagneux où jamais la fièvre intermittente ne s'était manifestée, on la voit immédiatement apparaître. Introduites dans l'organisme des malades atteints de fièvre, ces plantes s'y développent et tendent à être expulsées par les reins et par la peau. L'exercice et la transpiration favorisent leur élimination. C'est sans doute pour cette raison que les individus qui font beaucoup d'exercice

sont beaucoup moins sujets à cette affection* que ceux dont l'existence est sédentaire.

Les plantes à fièvre se développent surtout dans les terrains bas et humides; ce n'est qu'en les saupoudrant de chaux vive qu'on arrive à empêcher leur développement.

Que les miasmes soient réellement formés de germes d'êtres organisés, comme cela paraît infiniment probable, ou qu'ils soient simplement constitués, ainsi que le veulent quelques observateurs, par des particules douées de la propriété de transformer en substances identiques à elles-mêmes les corps avec lesquels elles se trouvent en contact, leur action redoutable n'en est pas moins certaine. Ils sont la cause des affections les plus meurtrières qui puissent sévir sur l'homme. C'est à eux que sont dues ces grandes épidémies comme le choléra, la peste, la fièvre jaune, qui moissonnent plus d'êtres vivants que les plus sanglants combats. Ce sont eux qui rendent un séjour prolongé dans certaines contrées, telles que la Cochinchine, le Bengale, l'Hindoustan, les Antilles, le Sénégal, impossible pour les individus qui n'y sont pas nés.

Une des causes qui rendent les miasmes si dangereux, c'est qu'en raison de leur propriété de se reproduire, les maladies qu'ils déterminent peuvent se propager sans une intervention nouvelle des causes qui leur ont donné naissance. Un seul individu porteur du germe d'une affection miasmatique peut devenir le foyer d'une épidémie meurtrière, comme cela s'est vu tant de fois pour le choléra.

Les corpuscules solides qui constituent les miasmes s'attachent aux objets avec lesquels ils sont en contact, comme les vêtements par exemple, et peuvent être transportés à de grandes distances. La fièvre puerpérale, la variole et le choléra notamment se propa-

* Nous avons indiqué (p. 104) par quels moyens les Chinois se préservent de la fièvre intermittente et comment on peut remplacer le thé dont ils font usage par des infusions de plantes aromatiques (menthe, sauge etc.). J'ai plusieurs fois conseillé aux habitants de la Brenne l'usage exclusif, comme boisson, de pareilles infusions — pures ou additionnées de vin, — et les résultats obtenus ont prouvé l'efficacité de ce moyen préservatif.

gent facilement par l'intermédiaire des personnes qui ont donné des soins à des malades atteints de ces affections*.

Le milieu où les miasmes se développent a une influence considérable sur leur développement; on peut les comparer à des germes dont la croissance dépend de la nature du terrain qui les reçoit. Le choléra, par exemple, sévit particulièrement sur les individus dont la constitution est affaiblie par une cause quelconque; la fièvre intermittente, chez les individus non acclimatés et débilités par les voyages, une nourriture mal appropriée etc.; ce sont là des indications dont l'hygiène peut tirer un utile profit.

Matières étrangères donnant à l'air sa coloration. D'après les recherches de Tyndall, la belle teinte bleue que possède l'atmosphère vue sous une certaine épaisseur, serait due à des corps d'une excessive ténuité qu'elle tiendrait en suspension et qui la coloreraient en la troublant légèrement, absolument comme des traces de corps savonneux ou résineux dans l'eau troublent ce liquide et lui communiquent une teinte bleuâtre. La magnifique coloration bleue du ciel ne serait donc due qu'aux impuretés de l'atmosphère.

Selon l'illustre physicien que nous venons de citer, ces corpuscules seraient d'une ténuité telle, qu'en condensant toute la matière qui donne au ciel l'aspect d'une voûte bleue suspendue sur nos têtes, on pourrait la faire tenir dans une tabatière. Les comètes seules nous présentent un exemple de corps amenés à un état de division aussi extrême. Suivant le même expérimentateur, une sphère de substance cométaire de la dimension du globe terrestre serait facilement supportée par un cheval.

Devant l'extrême ténuité de pareils atomes, des molécules n'ayant que la quatre-millième partie d'un millimètre de diamètre que nos puissants microscopes nous permettent d'aperçevoir sont, malgré leur infinie petitesse, d'une étonnante grandeur; des instruments

* Le miasme de la petite vérole est un de ceux dont il est le plus difficile de se débarrasser. J'ai vu dans les salles d'un hôpital militaire dont j'étais le médecin traitant — et d'où les varioleux étaient immédiatement évacués — trois individus atteints d'affections légères contracter successivement la petite vérole pour avoir couché dans un lit où un varioleux avait séjourné quelques heures, et cela bien que les draps et la paillasse eussent été chaque fois changés.

nouveaux nous y révèleront peut-être un jour des mystères d'organisation aussi étranges que ceux dont le microscope nous a depuis un siècle dévoilé les merveilles.

§ 3.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE L'ATMOSPHÈRE. PRESSION, TEMPÉRATURE, ETC.

Pression atmosphérique. — Influence de son augmentation et de sa diminution sur les êtres vivants. Depuis les expériences faites au dix-septième siècle par Galilée et Torricelli, nous savons avec certitude, contrairement à l'opinion des anciens, que l'air possède un certain poids. En pesant successivement un ballon plein d'air et le même ballon dans lequel on a fait le vide, on reconnaît qu'à la température de 0° et sous la pression habituelle de l'atmosphère un litre d'air pèserait $1^{gr},3$. Si l'air contenu dans une pièce de 100 mètres cubes de capacité était renfermé dans un ballon, son poids, abstraction faite de celui de l'enveloppe, serait de 130 kilogrammes.

La pression de l'air ou, ce qui revient au même, le poids de la colonne de mercure qui lui fait équilibre dans le baromètre est d'environ 1 kilogramme par centimètre carré. On voit par là combien est considérable le poids de l'air que les êtres vivants supportent; pour un homme adulte de taille ordinaire, il s'élève à 18,000 kilogrammes environ et peut varier de 1000 kilogrammes en plus ou en moins avec les oscillations que subit normalement la pression atmosphérique. Ces différences de pression ont sur l'état général de la santé et même sur le caractère une influence à laquelle les individus nerveux sont plus sensibles que tous les autres sujets.

Le poids énorme de l'atmosphère est contrebalancé par l'incompressibilité des liquides dont les tissus sont imbibés et l'élasticité des gaz qu'ils contiennent. Sa pression est même indispensable au jeu régulier des organes, car, lorsqu'on vient à la diminuer artificiellement en faisant le vide sur un point des téguments avec une ventouse, la partie soustraite à l'action de l'atmosphère se

gonfle immédiatement et rougit, en raison de l'affluence des liquides qui s'y précipitent aussitôt sous l'influence de la pression des parties environnantes.

C'est également à la diminution de la pression atmosphérique résultant de la raréfaction de plus en plus considérable de l'air à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère que sont dus les accidents qu'on éprouve sur les hautes montagnes. Quand on atteint une hauteur de 5000 mètres, il se manifeste une série de symptômes : gène et accélération de la respiration, injection des conjonctives, saignement de nez et des gencives, nausées, vertiges, accélération du pouls, tendance au sommeil, refroidissement etc., qu'on a groupés sous le nom de *mal des montagnes*, et dont l'explication, longtemps méconnue, est en réalité facile.

La gène de la respiration qui s'observe à une certaine hauteur provient de plusieurs causes : d'abord, de la diminution de la pression, qui rend la dissolution de l'oxygène dans le sang moins facile, et ensuite de la diminution de l'oxygène que l'air contient sous un volume donné, par suite de sa raréfaction, alors précisément qu'une proportion plus grande qu'à l'état normal serait nécessaire. Ce n'est, en effet, qu'en se combinant avec l'oxygène, que les matériaux nutritifs accumulés dans les tissus dégagent la chaleur d'où résulte la force musculaire nécessitée par l'ascension. L'accélération des mouvements respiratoires est une des premières conséquences de cette insuffisance.

La gène de la respiration sur les montagnes provient encore de l'accumulation dans le sang de l'acide carbonique produit par l'oxydation rapide des muscles, oxydation d'autant plus énergique que ces derniers fonctionnent plus activement. Quand la dépense des forces en un espace de temps très-court est considérable, ce qui arrive, par exemple, lorsque l'ascension se fait très-vite, on est obligé de s'arrêter pour laisser au sang le temps de se débarrasser de cet excès de gaz; l'essoufflement déterminé par une course rapide est principalement dû, croyons-nous, à cette cause.

Le refroidissement du corps qu'on observe pendant l'ascension et qui peut atteindre le chiffre de 5°, ainsi que l'a constaté Lortet en 1869 dans une ascension du Mont-Blanc, est également facile à com-

prendre. La force dépensée par les organes n'étant produite qu'aux dépens de la chaleur qu'ils produisent, l'effort nécessité par l'ascension consomme plus de calorique que les éléments des tissus n'en peuvent fournir dans un temps donné, et. par suite, refroidit le corps.

Quant à la lassitude qui accompagne une ascension, elle est la conséquence de l'oxygénation insuffisante du sang et de l'usure rapide des matériaux nutritifs que ce liquide contient. Les muscles, ne pouvant y trouver les éléments réparateurs dont ils ont besoin, s'épuisent bientôt, et cela d'autant plus rapidement que les mouvements pénibles auxquels ils sont astreints pour élever le corps sont très-fatigants.

Ce n'est que graduellement que l'homme peut s'habituer à vivre sur les hauteurs. Les mouvements respiratoires arrivent alors à s'équilibrer avec le milieu dans lequel ils s'accomplissent, de façon que les poumons peuvent absorber dans un temps donné une quantité suffisante d'oxygène. M. P. Bert a reconnu que si on abaisse brusquement la pression de l'atmosphère où se trouve un animal vertébré, de façon qu'elle ne fasse plus équilibre qu'à 15 ou 18 centimètres de mercure, l'animal succombe rapidement, tandis qu'il peut vivre parfaitement dans cette atmosphère très-raréfiée si la pression est abaissée graduellement. Des villes importantes, comme Potosie, dans la Bolivie, qui est située à plus de 4000 mètres au-dessus du niveau de la mer, sont habitées par une population que n'incommode nullement la raréfaction de l'air dans laquelle elle est plongée.

La plus grande hauteur que l'homme ait atteinte est celle de 10.000 mètres, à laquelle, en 1862, M. Glaisher s'est élevé en ballon. Le baromètre marquait $0^{m}.40$, et le thermomètre 38° au-dessous de 0. L'aéronaute faillit périr.

Les effets observés dans les ascensions en ballon sont très-différents de ceux que produisent les ascensions sur les hauteurs et que nous venons de décrire; cela tient simplement à ce fait que, dans l'ascension, l'aéronaute restant assis, la fatigue musculaire est nulle.

Les effets de l'*augmentation de la pression atmosphérique* sur l'homme sont, comme il était facile de le prévoir, très-différents

de ceux produits par sa diminution. Dans l'air condensé les combustions sont plus vives, une bougie brûle avec plus d'éclat, et l'ouïe est augmentée à ce point, que des individus habituellement sourds entendent distinctement. La voix, du reste, en raison de la grande densité de l'air, est plus retentissante et prend un timbre métallique particulier.

L'essoufflement à la suite du travail est moins rapide dans l'air comprimé qu'à l'air libre. Le pouls y est plus lent, les mouvements respiratoires sont également ralentis, mais leur lenteur est compensée par leur ampleur. L'oxygénation du sang est tellement favorisée par la pression qu'il reste rouge dans les veines.

D'après Pravaz, la quantité d'acide carbonique exhalé par le poumon dans l'air comprimé augmente quand l'excès de pression ne dépasse pas 10 ou 12 centimètres de mercure; mais au-dessus, elle diminue.

En raison de l'énergie qu'acquièrent les diverses fonctions dans l'air comprimé, on a proposé le séjour dans une atmosphère condensée au moyen d'appareils spéciaux contre la phthisie, l'asthme, la bronchite chronique, la chlorose et toutes les maladies dans lesquelles l'activité des phénomènes nutritifs a besoin d'être excitée. Mais l'expérience ne s'est pas encore définitivement prononcée sur la valeur de ce moyen thérapeutique.

Les observations faites sur les ouvriers qui construisaient le pont de Kehl ont prouvé que le séjour prolongé de l'homme dans une atmosphère comprimée n'est pas exempt de dangers; en outre, des inconvénients plus ou moins passagers : douleurs vives dans les oreilles, démangeaisons etc., qu'on y éprouve d'abord, les effets excitants qui se produisent primitivement finissent par disparaître; l'appétit, qui s'était d'abord accru, se ralentit, l'individu maigrit, devient triste et s'affaiblit.

Une pression de cinq atmosphères, c'est-à-dire cinq fois supérieure à la pression normale, représente le maximum que l'homme peut supporter.

Influence de la lumière sur les propriétés de l'atmosphère. L'influence vivifiante de l'atmosphère sur les êtres vivants

est considérablement favorisée par la bienfaisante action de la lumière. Dans l'obscurité, les animaux et les végétaux s'étiolent rapidement. Les têtards des grenouilles qui ne voient pas la lumière ne subissent pas leurs transformations. Les sujets qui vivent dans des pièces obscures, des prisons, des caves, sont maigres, pâles, bouffis et considérablement affaiblis.

La lumière colorée semble avoir sur les êtres vivants une action très-différente de celle de la lumière blanche. Béclard a vu que des œufs de mouches placés sous des cloches de verre violet se développaient beaucoup plus rapidement qu'à la lumière ordinaire. Sous des cloches vertes, il se développent, au contraire, plus lentement. Des expériences faites récemment sur des plants de vignes et sur des animaux adultes prouvent que la lumière violette favorise également leur développement.

Température de l'atmosphère. Malgré ses vivifiantes propriétés, l'atmosphère ne recouvrirait qu'un globe éternellement désert si sa température n'atteignait pas certaines limites ou les dépassait de beaucoup. A 100 degrés au-dessous ou au-dessus de 0, la vie est complétement impossible.

L'influence de quelques degrés de plus ou de moins sur le développement des êtres vivants est considérable. Dans un lieu où la température moyenne est de 15°, un grain d'orge met quatre mois pour fournir une tige chargée d'épis. Quand la température est de 21°, il ne lui en faut plus que trois. Chez certains animaux inférieurs, toutes les fonctions sont suspendues pendant l'hiver et ils tombent dans un profond sommeil.

La température des divers points du globe varie dans des limites assez étendues. Dans la Haute Égypte elle atteint quelquefois à l'ombre 47° au-dessus de 0; auprès du pôle, elle descend à 56° au-dessous. La différence de 104 degrés qui existe entre ces températures extrêmes montre combien sont considérables les variations de chaleur que l'homme peut passagèrement supporter.

Les points du globe où la longueur des jours est toujours égale à celle des nuits, c'est-à-dire les régions voisines de l'équateur, ont une température très-constante. Quelquefois même, comme

en Guinée par exemple, leur moyenne varie à peine de 1 degré dans les différentes saisons ; mais, par suite de l'absence de crépuscule, la nuit arrive brusquement et le refroidissement nocturne est très-rapide.

Le voisinage de la mer exerce aussi une grande influence sur la température de l'atmosphère. Il la rend moins variable, en raison de la lenteur avec laquelle l'eau s'échauffe et se refroidit. La mer rafraîchit l'air en été et le réchauffe en hiver. Les îles — celle de Madère notamment — sont renommées avec raison pour la constance de leur climat *.

A mesure qu'on descend dans l'intérieur de la terre, la température s'élève de 1 degré par 32 mètres environ. A 28 mètres de profondeur, elle reste invariable. Le thermomètre installé par Lavoisier dans les souterrains de l'Observatoire il y aura bientôt un siècle, marque toujours 11°,8. La température des caves est uniforme. Si elle paraît élevée l'hiver et basse l'été, c'est uniquement en raison de la différence qu'elle présente avec celle du niveau du sol. On a calculé qu'à la profondeur de deux lieues la chaleur est tellement considérable que tous les métaux sont en fusion.

A mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, la température, au

* Voici la température des différentes localités où on a l'habitude d'envoyer les malades passer l'hiver. La plupart d'entre elles sont, comme on le voit, situées sur le bord de la mer :

	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Moyenne.
Venise	3.3	12.6	22.8	13.3	12.5
Pau	5.8	11.5	18.6	13.1	12.3
Pise	6.0	14.2	24.0	15.6	14.9
Rome	7.5	13.8	24.9	18.3	15.8
Amélie-les-Bains	7.9	14.9	23.2	15.9	15.2
Nice	8.3	13.7	22.9	16.1	15.2
Montpellier	8.3	13.7	21.8	17.4	15.3
Hyères	8.5	15.0	23.4	15.5	15.6
Cannes	9.0	15.8	24.2	18.0	16.7
Menton	9.2	16.2	24.6	17.5	17.6
Naples	9.8	15.2	23.8	16.8	16.4
Palerme	11.4	15.0	23.5	19.0	17.2
Alger	12.4	17.2	23.6	21.4	17.8
Malaga	13.1	20.3	26.8	16.2	19.1
Le Caire	14.6	21.9	29.0	23.2	22.0
Madère	16.3	17.5	21.1	19.8	18.7

lieu de s'accroître, s'abaisse, au contraire. Au-dessus de la couche atmosphérique elle serait, d'après les recherches les plus récentes, de 273° au-dessous de 0. Les hautes montagnes, même dans les régions tropicales, sont couvertes de neiges éternelles. Le voyageur qui gravit leurs flancs voit se succéder les diverses espèces végétales qu'il pourrait rencontrer en allant de l'équateur aux pôles : les palmiers à leur base, les mousses à leur sommet.

Les observations astronomiques modernes comparées à celles faites il y a deux mille ans prouvent que depuis ces âges reculés la terre n'a pas changé de volume et ne s'est pas refroidie. La vigne et le palmier mûrissent encore sous les latitudes où les anciens les ont vus mûrir.

La quantité de chaleur reçue par un point du globe est proportionnelle à la durée du jour et en raison inverse de la longueur des nuits. L'inclinaison de 23° de l'axe de la terre sur le plan de l'ellipse qu'elle parcourt dans sa course annuelle autour du soleil est la cause déterminante des saisons et de la différence de durée des jours et des nuits. Si cette inclinaison disparaissait, c'est-à-dire si l'axe de la terre devenait perpendiculaire au plan de son orbite, la température de chaque point du globe serait invariable pendant toute l'année. Elle serait à Paris de 10°,8 seulement, et, par suite, les fruits et céréales n'y pourraient jamais mûrir.

C'est le soleil qui nous envoie toute la chaleur qui échauffe la surface du globe. La quantité de calorique que cet astre perd sans cesse est considérable et on peut se demander s'il conservera toujours sa température. Nous avons vu que depuis les périodes historiques la surface terrestre ne s'est pas sensiblement refroidie. Mais que sont dans l'immensité des âges les quelques milliers d'années qui nous séparent des temps dont l'homme a gardé la mémoire? La terre aussi fut autrefois un globe incandescent, et graduellement elle s'est assez refroidie pour que la vie devînt possible à sa surface. Comme les êtres qui les habitent, les mondes brillants qui éclairent la nuit ne sont pas éternels. La destinée qui les condamne à naître les condamne aussi à mourir. Que la terre finisse, comme la lune, par absorber son atmosphère ou que le soleil refroidi cesse de la réchauffer, la vie disparaîtra aussi un jour de la surface du globe.

Ces nébuleuses confuses dont l'œil armé des plus puissantes lunettes découvre à peine les contours et ces astres dont l'éclat va pâlissant sans cesse, mondes à leur aurore et mondes qui vont finir, nous disent ce que la terre fut autrefois et ce qu'elle sera un jour.

L'influence de la chaleur de l'atmosphère sur l'homme est considérable. Une température élevée accroît les fonctions de la peau par suite de l'affluence plus considérable du sang à la périphérie du corps. Elle diminue pour la même raison l'activité des organes intérieurs, le foie peut-être excepté. L'homme des pays chauds est généralement indolent et moins actif que celui des pays froids. Chez lui, les phénomènes nutritifs sont ralentis et le sang est pauvre en globules. Cet état, normal pour l'indigène, lui permet d'échapper aux maladies de l'estomac, de l'intestin, du foie et de la peau, qui menacent l'individu venant séjourner sous de chaudes latitudes, tant que sa constitution n'a pas éprouvé des modifications en rapport avec le nouveau milieu où il vit.

Le froid ralentit, au contraire, l'activité de la peau et stimule celle des organes intérieurs en raison de la tendance qu'a le sang, chassé de la périphérie du corps par les contractions des capillaires, à se porter vers la profondeur des tissus. Le système musculaire se développe davantage, le système nerveux devient plus actif, l'intelligence plus vive, et, au lieu de la tendance à l'anémie, il y a, au contraire, tendance à la pléthore et par suite aux congestions des viscères qui peuvent en être la conséquence quand elle est poussée trop loin.

L'activité des organes étant plus considérable sous l'influence du froid, et les tissus se trouvant obligés de produire plus de chaleur pour maintenir l'élévation de leur température, le besoin d'une alimentation plus abondante se fait sentir.

Quand, faute d'une nourriture suffisante ou de vêtements capables de le protéger, l'homme exposé au froid ne peut produire assez de chaleur pour maintenir son corps à une température assez élevée, ses organes s'engourdissent et une invincible tendance au sommeil se manifeste. Cet assoupissement et les conséquences qu'il peut produire sont bien connus des voyageurs dans les pays froids.

Qui s'assied s'endort, et qui s'endort meurt. Les animaux à sang froid, c'est-à-dire dont la température n'est pas indépendante du milieu ambiant, s'engourdissent pendant l'hiver et ne sortent qu'au printemps de leur long sommeil.

On répète généralement dans les ouvrages classiques que l'homme, supérieur en cela aux animaux, peut vivre indifféremment sous tous les climats; mais c'es tune erreur profonde : l'histoire nous prouve, au contraire, qu'il ne peut supporter facilement des changements de milieu considérables. Les migrations rapides n'ont jamais formé de colonies durables. Ce n'est que par des migrations à marche séculaire, comme celles des anciens, et surtout par des croisements avec la race indigène, que les différents peuples, notamment ceux qui émigrent dans les pays plus chauds que ceux d'où ils viennent, réussissent à se propager, et encore l'acclimatement n'est-il possible qu'entre peuples voisins, ou entre peuples éloignés mais vivant sous des climats peu différents.

Le ciel du Midi a toujours été impitoyable pour les hommes du Nord. Les Barbares qui, à la chute de l'empire romain, quittèrent leurs contrées glacées pour aller s'établir dans les parties les plus fertiles et les plus chaudes du monde ancien, furent vite détruits. Moins d'un siècle après l'invasion on ne trouvait plus un seul Goth en Italie. L'Égypte, asservie par vingt peuples divers, fut toujours leur tombeau. Sa population actuelle, pure de tout mélange, est restée la vivante image des types gravés sur ses sépulcres il y a cinquante siècles. D'après le docteur Schnepp on ne pourrait pas citer une seule famille étrangère qui se soit propagée dans ce pays pendant plusieurs générations. Ni l'Européen, ni le Turc, ni le nègre, ni le Juif lui-même, malgré son étonnante facilité d'acclimatement, ne peuvent y élever leurs enfants. Ce n'est qu'en se renouvelant constamment que la population étrangère s'y maintient.

De même en Afrique. Alors que les Romains réussissaient à romaniser la Gaule et l'Espagne au point de les rendre complétement latines, ils furent impuissants, malgré sept siècles d'occupation, à coloniser les chaudes contrées où domina Carthage. Nous rencontrons aujourd'hui en Algérie les mêmes obstacles que ceux dont la persévérance romaine ne put triompher jadis. Les enfants des Eu-

ropéens, à l'exception de ceux des nations voisines de l'Afrique, comme les Espagnols et les Maltais, y meurent dès leurs premières années et, à moins d'imiter les Anglais dans l'Inde, qui envoient élever leurs fils en Europe, la race conquérante sera fatalement détruite par le sol envahi par elle.

Ce n'est, en réalité, que dans les contrées plus froides que celle d'où elle émigre, qu'une nation peut s'acclimater facilement. Les peuples qui s'avancent vers le Nord, et l'histoire du mouvement colonisateur des Romains en est la preuve frappante, réussissent à s'y perpétuer, alors que ceux qui marchent vers le Midi disparaissent rapidement.

Nous voyons par ces divers exemples combien sont inflexibles les lois de la nature et ce que peut coûter leur ignorance. Les hommes sont esclaves des milieux où ils vivent, et de ces divers milieux, le climat est un de ceux dont l'action est la plus puissante. C'est lui qui crée leur genre de vie, leurs idées, leur littérature et leurs mœurs. La chaude atmosphère de ces belles plages de la Méditerranée, aux horizons limpides et bleus, et les brumeuses contrées du Nord, au ciel toujours voilé, d'où la pluie ruisselle sans cesse, ne font pas les mêmes hommes.

CHAPITRE XIV.

LA RESPIRATION.

§ 1er. *Découvertes qui ont conduit à la connaissance des phénomènes de la respiration.* — Expériences de Bayle, Black, Priestley, Lavoisier, etc. — § 2. *Théorie de la respiration.* Différence existant entre l'air qui entre dans les poumons et celui qui en sort. — Siége réel de la respiration. — Respiration des muscles et des divers tissus. — L'acide carbonique expiré est le produit ultime de l'oxydation des tissus. — Origine de l'eau que l'air expiré contient. — Absorption de l'air et des gaz dans les poumons. — Lois de l'échange des gaz dans ces organes. — Rapidité considérable de l'absorption dans les poumons et utilisation de cette propriété pour l'introduction de médicaments dans l'organisme. — Volume d'air nécessaire aux besoins de la respiration. — Spiromètre. — Mesure de la quantité d'air que les poumons contiennent. — Différence existant entre la quantité d'air qui entre dans les poumons et celle qui en sort. — Quantité d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé pendant la respiration. — Absorption de l'oxygène pendant le sommeil. — État sous lequel l'oxygène et l'acide carbonique se trouvent dans le sang. — Azote, vapeur d'eau et produits divers exhalés pendant la respiration. — Analyse des produits mélangés à la vapeur d'eau pulmonaire. Danger de les respirer. — Température de l'air expiré. — Respiration par la peau. — Causes modifiant l'intensité des phénomènes respiratoires. — Action du système nerveux sur la respiration. — § 3. *Variations que présentent les phénomènes respiratoires chez les êtres vivants.* Respiration chez les animaux et chez les plantes. — Analogie des phénomènes respiratoires chez le végétal et l'animal.

Les notions exposées dans les deux derniers chapitres nous ont fait connaître les organes au moyen desquels se fait l'introduction de l'air dans les poumons et la nature du fluide qui y est introduit. Nous allons aborder actuellement l'examen des modifications éprouvées par l'air dans l'appareil respiratoire et des échanges qui s'opèrent entre les gaz du sang et ceux de l'atmosphère, c'est-à-dire l'étude des phénomènes intimes de la respiration.

§ 1er.

DÉCOUVERTES QUI ONT CONDUIT A LA CONNAISSANCE DES PHÉNOMÈNES DE LA RESPIRATION.

Les anciens croyaient que la respiration n'avait d'autre but que de rafraîchir le sang. A la suite de la découverte de la circulation par Harvey, on supposa qu'elle avait simplement pour objet de déplisser les vaisseaux des poumons, afin que le sang pût passer des cavités droites du cœur dans les cavités gauches de cet organe. Plus tard on soupçonna que l'air, mis en rapport avec le sang par les poumons, lui cédait quelque principe particulier; mais de la nature de ce principe on ne pouvait rien dire. Bayle reconnut que l'air expiré est devenu impropre à la respiration, et qu'un animal plongé dans le vide ou dans un espace dont l'atmosphère, n'étant pas renouvelée, l'oblige à respirer le produit de sa propre respiration, ne tarde pas à périr; mais il ignorait aussi pourquoi.

Ce n'est qu'en 1757 que J. Black constata l'existence de l'acide carbonique dans les produits de la respiration. En soufflant avec un tube dans un flacon contenant de l'eau de chaux bien limpide, — expérience facile à répéter — il vit le liquide se troubler par la combinaison de l'acide carbonique avec la chaux. Il reconnut aussi que le gaz ainsi exhalé était impropre à la respiration et ne différait pas de celui produit par la fermentation du vin et la combustion du charbon.

En 1777, Priestley démontra que l'oxygène, qu'il avait découvert et qu'il appelait *air déphlogistique*, le considérant comme de l'air privé d'un principe supposé nommé *phlogistique*, possédait la propriété de donner au sang veineux une coloration rouge, c'est-à-dire de le transformer en sang artériel. L'air qui avait opéré cette transformation était devenu impropre à la combustion et à la respiration. Il vit aussi que l'acide carbonique donnait au sang des artères une coloration brune, c'est-à-dire le transformait en sang veineux. Avec un esprit un peu plus philosophique, Priestley eût tiré de ses recherches les conclusions auxquelles arriva Lavoisier;

mais, simple expérimentateur, il crut devoir se borner à constater les faits sans chercher à les interpréter.

Ce fut Lavoisier qui réussit le premier, vers la fin du dernier siècle, à donner une théorie exacte de la respiration. En analysant l'air d'une cloche où avait été placé un animal, il reconnut que cet air avait perdu une certaine quantité d'oxygène, remplacée par une quantité équivalente d'acide carbonique. Le fait essentiel de la respiration, l'absorption de l'oxygène et l'exhalation de l'acide carbonique, se trouvait ainsi démontré.

Doué d'un esprit éminemment généralisateur, Lavoisier compara aussitôt la respiration à la combustion. « La respiration, écrivait-il en 1789, n'est qu'une combustion lente de carbone et d'oxygène, qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou dans une bougie allumée ; et, sous ce point de vue, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consument.

« Dans la respiration comme dans la combustion, c'est l'air de l'atmosphère qui fournit l'oxygène ; mais, comme, dans la respiration, c'est la substance même de l'animal qui fournit le combustible, si les animaux ne réparaient pas habituellement par les aliments ce qu'ils perdent par la respiration, l'huile manquerait bientôt à la lampe et l'animal périrait, comme une lampe s'éteint lorsqu'elle manque de nourriture. »

« En rapprochant ces réflexions des résultats qui les ont précédées, ajoute Lavoisier, on voit que la machine animale est gouvernée par trois régulateurs principaux : la *respiration*, qui consomme de l'hydrogène et du carbone et qui fournit du calorique ; la *transpiration*, qui augmente ou diminue, suivant qu'il est nécessaire d'emporter plus ou moins de calorique ; enfin, la *digestion*, qui rend au sang ce qu'il perd par la respiration et la transpiration. »

Les recherches modernes n'ont pas porté d'atteinte profonde à la théorie de Lavoisier ; elles l'ont seulement complétée et modifiée en quelques points, notamment en ce qui concerne le siége exact de la respiration.

§ 2.

THÉORIE DE LA RESPIRATION.

Différence existant entre l'air qui entre dans les poumons et celui qui en sort. La respiration se traduisant par un échange entre les gaz du sang et ceux de l'atmosphère, il est évident que l'air, lorsqu'il sort des poumons, doit avoir une composition très-différente de celle qu'il avait avant d'y entrer. On constate, en effet, qu'après sa sortie de cet organe il contient plus d'acide carbonique, moins d'oxygène, est presque saturé de vapeur d'eau et s'est considérablement échauffé. Avant de pénétrer dans l'appareil respiratoire, il contenait 20 p. 100 d'oxygène et quelques dix-millièmes seulement d'acide carbonique. Lorsqu'il en sort, il ne renferme plus que 16 p. 100 d'oxygène, mais a gagné en échange 4 p. 100 d'acide carbonique. Quant à l'azote, sa proportion a peu varié.

L'acide carbonique que l'air expiré renferme est apporté par le sang aux poumons; il est le résultat de la combinaison de l'oxygène de l'atmosphère avec divers principes que les tissus contiennent. Quant à l'eau exhalée, elle est aussi en partie un produit d'oxydation, mais, comme nous le verrons plus loin, possède également une autre origine.

Siége réel de la respiration. La respiration est donc une oxydation de certains éléments des tissus. Du temps de Lavoisier, on croyait que cette oxydation se faisait dans les poumons seulement; mais il est bien démontré aujourd'hui qu'elle a son siége dans tous les éléments anatomiques du corps. Le poumon n'est pas plus le siége de la respiration que ne l'est l'estomac ou tout autre organe. Le sang se borne à lui apporter l'acide carbonique tout formé, et l'appareil pulmonaire ne fait, de son côté, que l'éliminer au dehors, et faciliter l'introduction de l'oxygène dans le torrent circulatoire. Si la combinaison entre les matériaux oxydables et l'oxygène se faisait dans les poumons, le sang s'y réchaufferait, tandis qu'il s'y refroidit, comme l'a démontré Claude Bernard. Ces organes sont si peu le siége des phénomènes respiratoires, que le sang

continue à laisser dégager de l'acide carbonique après leur ablation, ainsi qu'on peut s'en convaincre en expérimentant sur des animaux, tels que les grenouilles, qui supportent cette opération sans mourir immédiatement.

La formation de l'acide carbonique n'a pas, du reste, de siége précis. Ce gaz prend naissance dans tous les points de l'organisme, surtout dans ceux qui fonctionnent le plus activement, comme les muscles, par exemple*. Qu'on place du muscle de grenouille dans une éprouvette pleine d'air, l'oxygène est bientôt absorbé et remplacé par de l'acide carbonique. Le muscle a, par conséquent, respiré, car il a été le siége de l'échange gazeux qui constitue la respiration. Le sang y entre chargé d'oxygène, c'est-à-dire à l'état de sang artériel, et en sort beaucoup moins riche en oxygène, mais beaucoup plus riche en acide carbonique, c'est-à-dire à l'état veineux.

Ce sont les globules du sang qui sont chargés de porter aux organes l'oxygène destiné à entretenir leurs fonctions. En se combinant avec ce gaz, c'est-à-dire en respirant, les éléments des organes s'usent; mais cette usure constante, que les matériaux du sang viennent incessamment réparer, est la condition essentielle de leur fonctionnement. Ce n'est qu'en s'oxydant et, par suite, en se détruisant, qu'ils peuvent mettre en liberté la chaleur, le mouvement et les forces diverses qu'ils recèlent. C'est pour ne pas s'être suffisamment imbus de ce fait, que tant d'auteurs parlent encore d'aliments anti-déperditeurs, tels que le café et l'alcool, qui jouiraient de la propriété de ralentir la désassimilation des organes sans restreindre leur activité : chose aussi impossible, en réalité, que de diminuer le combustible d'une ma-

* **Respiration des divers tissus.** — Les divers tissus respirent d'une façon très-inégale. En répétant les anciennes recherches de Spallanzani, consistant à analyser l'air dans lequel a séjourné pendant vingt-quatre heures le tissu en expérience, P. Bert a constaté, sur un chien tué par hémorrhagie, que

		centim. cub.		centim. cub.	
100 gr. de muscles absorbent en	24 h.	50.8	d'oxygène et exhalent	56.8	d'acide carbon.
» de cerveau	»	45.8	»	42.8	»
» de reins	»	37.0	»	15.6	»
» de rate	»	27.3	»	15.4	»
» d'os brisés avec moelle	»	17.2	»	8.1	»

chine à vapeur sans proportionnellement réduire le travail qu'elle produit.

Nous sommes peu fixés sur les modifications chimiques qui s'opèrent dans les tissus pendant leur oxydation *. Ce que nous savons d'une façon certaine, c'est que l'acide carbonique exhalé à chaque mouvement respiratoire n'est pas le résultat de la combinaison de l'oxygène avec le carbone que le sang pourrait contenir, comme cela aurait lieu s'il s'agissait d'une combustion comparable à celle de nos foyers.

Ce corps est le terme ultime d'une série de transformations régressives qui ramènent les éléments des tissus à des composés de moins en moins complexes, mais dont quelques termes intermédiaires seulement, tels que la créatine, la xanthine, l'urée, l'acide lactique, etc., nous sont connus.

L'eau exhalée avec l'acide carbonique pendant la respiration représente également en partie le produit ultime d'une série de dédoublements successifs, et non le résultat de la combinaison directe de l'oxygène avec l'hydrogène que le sang ou les tissus pourraient contenir.

Absorption de l'air et des gaz dans les poumons. Pour que l'air introduit dans les poumons par les mouvements respiratoires pénètre dans le sang, il faut que ces organes puissent l'absorber. Les dernières ramifications des bronches, ainsi que celles des vaisseaux pulmonaires, se terminant en cul-de-sac, l'air doit, pour arriver au sang, traverser l'épaisseur de leurs parois. Ces parois étant très-minces et très-perméables pour les gaz, comme toutes les membranes animales, l'échange entre les gaz du sang et l'atmosphère s'y fait facilement et avec d'autant plus d'intensité

* **Modifications chimiques éprouvées par les muscles pendant la respiration.** — Ce que nous savons des changements de composition chimique subis par le muscle pendant son activité se réduit à fort peu de chose. La réaction du muscle au repos est alcaline; après sa contraction elle devient acide, par suite de la production d'acide lactique. Heidenhain a même soutenu que la quantité d'acide lactique formé était proportionnelle au travail accompli. En même temps que la réaction du muscle change, la quantité de créatinine qu'il contient diminue au profit de la créatine, et, d'après Helmholtz, les matières solubles dans l'alcool augmentent, tandis que celles solubles dans l'eau diminuent.

que la différence de tension qui existe entre eux est elle-même plus considérable*.

Le poumon est un des organes où l'absorption se fait le plus rapidement. Elle est bien plus active à sa surface que sur celle de l'appareil digestif. Sa puissance d'absorption est même si considérable qu'on peut introduire une grande quantité d'eau dans le poumon d'un animal sans l'asphyxier. 20 litres de ce liquide introduits dans les poumons d'un cheval ne produisent aucun effet sensible. Il faut y jeter brusquement 40 litres pour amener la mort.

Les corps gazeux qui se trouvent dans l'atmosphère et que la respiration entraîne dans l'appareil pulmonaire y sont rapidement absorbés, et c'est là précisément ce qui constitue leur danger. Quand on fait respirer à un animal un corps à l'état de gaz ou de vapeur, de l'éther par exemple, ce corps passe immédiatement dans le sang *artériel* et arrive rapidement aux éléments des tissus sur lesquels il produit son action. Introduit, au contraire, dans l'estomac, il est absorbé par les veines et conduit aux poumons, qui le rejettent en presque totalité au dehors avant qu'il puisse parvenir au système artériel. Il faudrait faire boire des quantités considéra-

* **Échange des gaz dans les poumons.** — La quantité de gaz dont un dissolvant se charge ou se dépouille est proportionnelle à la tension de l'atmosphère qui est en contact avec ce dissolvant. De l'eau recouverte d'une atmosphère d'acide carbonique en absorbe jusqu'à ce que le gaz dissous fasse équilibre à la pression de cette atmosphère. Quand cette pression augmente, la quantité de gaz dissous s'accroît; quand elle diminue, au contraire, une partie du gaz que l'eau contient s'échappe aussitôt. Lorsque l'atmosphère gazeuse est composée de plusieurs gaz, chacun se comporte comme s'il était seul et possédait le degré de tension qu'il a dans le mélange. Entre le sang et l'air, les choses se passent d'une façon analogue, mais non cependant complétement identique, car les gaz du sang sont séparés de ceux de l'atmosphère par une membrane. L'échange qui s'opère entre eux dépend des rapports existant entre la quantité d'acide carbonique et d'oxygène dont le sang est chargé et celle que l'air contient. Dans ce dernier, la tension de l'oxygène est considérable et celle de l'acide carbonique presque nulle. Dans le sang, le contraire a lieu. L'oxygène combiné en grande partie aux globules de ce liquide possède une tension très-faible, tandis que l'acide carbonique a une tension considérable. Le sang absorbera, par conséquent, de l'oxygène et dégagera de l'acide carbonique.

C'est là ce qui se produit dans une atmosphère d'une composition normale. Mais quand l'acide carbonique y existe en quantité un peu notable, les choses se passent autrement. Il arrive un moment où, la tension de ce gaz se trouvant supérieure à celle qu'il possède dans le sang, non-seulement l'élimination des composés que ce liquide contient devient impossible, mais, de plus, au lieu de dégager de l'acide carbonique, il en absorbe, ce qui produit une asphyxie rapide.

bles d'éther pour produire l'anesthésie, tandis qu'il suffit de faire respirer quelques grammes de ce liquide pour obtenir le sommeil insensibilisateur. C'est pour la même raison que les vapeurs alcooliques des celliers produisent plus rapidement l'ivresse que l'ingestion d'une quantité correspondante d'alcool; que les boissons contenant une forte proportion d'hydrogène sulfuré peuvent être bues sans danger, bien que ce gaz s'y trouve en quantité suffisante pour occasionner la mort, s'il était mélangé à l'atmosphère que les poumons respirent*.

Volume d'air nécessaire à la respiration. Chez l'homme adulte, chaque inspiration fait pénétrer environ un demi-litre d'air dans l'appareil pulmonaire, et, comme le nombre des inspirations est de 18 par minute, la quantité d'air introduite pendant ce temps est de 9 litres environ, c'est-à-dire de 540 litres par heure, ou de 13,000 litres en 24 heures. Un litre d'air pesant $1^{gr},3$, on voit que le volume de ce gaz qui passe dans le poumon en 24 heures atteint presque le poids de 17 kilogrammes.

Le volume d'air contenu dans les poumons de l'homme est, après l'inspiration, de 3 litres environ. Après l'expiration, il diminue d'un demi-litre. Quelque prolongée que l'expiration puisse être, il reste toujours dans le poumon, lorsqu'elle est terminée, un certain volume d'air constituant une sorte de réserve pulmonaire, qui est de un litre et demi à deux litres environ**. C'est précisément cette ré-

* **Utilisation de la puissance absorbante du poumon pour introduire des médicaments dans l'organisme.** — La puissance d'absorption du poumon et la rapidité avec laquelle pénètrent dans le système artériel les composés qui se trouvent en contact avec cet organe ont été utilisées pour déterminer l'absorption rapide de diverses substances salines tenues en dissolution, telles que celles renfermées dans les eaux minérales, par exemple. Au moyen d'appareils pulvérisateurs spéciaux on réduit le liquide en particules extrêmement fines, lui donnant l'aspect d'une sorte de poussière humide qui peut être respirée facilement. On peut créer ainsi une atmosphère maritime artificielle imitant celle de la mer, dont les bons effets sont dus à l'absorption par les poumons des divers principes qu'elle tient en suspension.

** **Mesure du volume d'air restant dans les poumons après l'expiration.** — Pour mesurer la quantité d'air restant dans les poumons après l'expiration, Gréhant fait inspirer à un individu un volume déterminé d'hydrogène pur, le lui fait expirer dans un vase clos, où il continue à respirer plusieurs fois, de façon à bien mélanger l'hydrogène à l'air contenu dans les poumons. En recueillant ensuite une certaine quantité du mélange et dosant l'hydrogène qu'il renferme, on en déduit facilement par le calcul le volume total d'air que les poumons contenaient.

serve accumulée dans les lobules pulmonaires et constamment alimentée par la respiration qui fournit aux vaisseaux pulmonaires l'oxygène dont ils ont besoin. Il est à remarquer que l'air contenu dans ces lobules et qui est, en réalité, le seul que les animaux respirent, a une composition très-différente de celle de l'air atmosphérique. Au lieu de quelques dix-millièmes seulement d'acide carbonique et de 20 p. 100 d'oxygène que ce dernier renferme, l'air des poumons contient 5 à 8 p. 100 d'acide carbonique et seulement 11 à 14 p. 100 d'oxygène.

Pour mesurer le volume de gaz mis en mouvement par l'inspiration et l'expiration, on se sert, soit d'un compteur à gaz ordinaire, soit de l'appareil nommé *spiromètre*, qui est simplement un gazomètre gradué plongeant dans un réservoir plein d'eau. Après avoir fait faire à l'individu sur lequel on veut expérimenter une longue inspiration, on le fait expirer jusqu'aux limites du possible dans un tube communiquant avec l'appareil.

D'après Hutchinson, la moyenne du volume d'air obtenu de la sorte est de trois litres et demi; ce chiffre représente la quantité d'air qu'un individu respirant de toutes ses forces peut faire entrer dans ses poumons. Chaque mouvement d'inspiration normale n'y introduit qu'une petite portion de cette quantité.

Parmi les conditions qui font varier la capacité pulmonaire, la plus marquée, d'après l'auteur que nous venons de citer, serait la taille. Le volume d'air absorbé serait d'autant plus considérable que la taille est elle-même plus élevée. Il croîtrait de 5 centilitres par chaque centimètre d'augmentation dans la stature.

C'est de 25 à 40 ans que le volume d'air expiré est le plus considérable. Il diminue dans la vieillesse et devient moindre que dans l'adolescence. Chez la femme, il est moins élevé que chez l'homme*.

*Le spiromètre peut être très-utilement employé en médecine pour rechercher la diminution du volume d'air normalement expiré par un individu atteint d'une lésion des organes pulmonaires. D'après Hutchinson, un abaissement de 16 p. 100 dans le volume d'air expiré doit faire songer à la phthisie pulmonaire. Dans la première période de cette affection, la diminution atteint 33 p. 100, et dans la période extrême jusqu'à 90 p. 100. L'emphysème pulmonaire abaisse, autant que la phthisie ,la capacité du poumon.

La quantité d'air qui entre dans le poumon pendant l'inspiration n'est pas tout à fait égale à celle qui en sort pendant l'expiration, et l'expérience démontre que l'acide carbonique exhalé ne correspond pas exactement à la quantité d'oxygène introduit. Cela tient, ainsi que nous le verrons plus loin, à ce qu'une partie de l'oxygène absorbé se combine avec divers éléments des tissus pour former de l'eau.

Quantité d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé pendant la respiration. En faisant séjourner un animal dans un volume d'air déterminé et en absorbant, au moyen d'une solution de potasse, l'acide carbonique qu'il exhale, on arrive à reconnaître facilement la quantité d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé à chaque mouvement respiratoire. Cette quantité varie suivant les circonstances dans lesquelles l'animal est placé. Lavoisier, dans ses expériences, est arrivé aux conclusions suivantes :

Un homme au repos et à jeun, par une température extérieure de 32° centig., consomme, par heure, 24 litres d'oxygène.

Le même individu, dans les mêmes conditions, mais par une température de 15°, en consomme 26 litres dans le même temps.

Un homme à jeun, accomplissant le travail nécessaire pour élever 15 livres en 15 minutes à 200 mètres de hauteur, consomme par heure 63 litres d'oxygène.

Le même individu, accomplissant le même travail pendant la digestion, absorbe 71 litres d'oxygène pendant le même temps.

Dans des recherches faites à une époque beaucoup plus récente, Regnault et Reiset ont vu qu'en général les animaux maigres absorbent plus d'oxygène que les animaux gras de la même espèce ; les reptiles beaucoup moins, à poids égal, que les animaux à sang chaud ; les petits oiseaux, 10 fois plus que les gros. Les poissons peuvent être rangés parmi les espèces chez lesquelles la consommation de l'oxygène est moindre.

Les expériences de Lavoisier, confirmées par celles de Regnault et Reiset, ont également prouvé que la quantité d'oxygène absorbé restait la même dans une atmosphère contenant 2 ou 3 fois

plus d'oxygène qu'à l'état normal. Elles ont également prouvé que, lorsqu'on remplaçait l'azote de l'air par de l'hydrogène, les animaux n'en étaient pas incommodés. La même chose n'a pas lieu quand on lui substitue un gaz ayant une tension très-considérable, comme l'acide carbonique par exemple, et cela pour les raisons que nous avons fait connaître en parlant des propriétés de ce dernier corps, dans le chapitre consacré à l'étude de l'air.

L'absorption de l'oxygène diminue dans les pays chauds et augmente dans les pays froids. On le comprend facilement en réfléchissant que, la température du corps restant constante et la chaleur étant le résultat de l'oxydation des tissus, l'animal devra d'autant plus absorber d'oxygène pour maintenir son corps à sa chaleur normale que le milieu où il est plongé sera plus froid.

Nous voyons, par ce qui précède, combien est variable l'absorption de l'oxygène, et à quel point l'exercice a d'influence sur elle. Toutes les forces se produisant par l'oxydation des matériaux renfermés dans les tissus, il est facile de comprendre que, plus la dépense de ces forces est considérable, plus élevée doit être la consommation de l'agent qui les met en liberté.

La proportion d'acide carbonique exhalé est, comme la quantité d'oxygène absorbé, très-variable. D'après Andral et Gavarret, la quantité moyenne exhalée en une heure est de 20 litres environ, ce qui représente 41 grammes d'acide carbonique ou 11 grammes environ de carbone. La quantité de carbone ainsi éliminée en 24 heures peut être représentée par un morceau de charbon du poids de 250 grammes.

L'exhalation de l'acide carbonique varie avec l'âge, le sexe, l'alimentation, le genre de vie, etc. Elle est d'autant plus considérable que la nourriture est plus riche en carbone et le système musculaire plus développé et plus actif. Elle atteint son maximum d'intensité vers 30 ans et diminue ensuite jusqu'à la mort.

La fréquence des mouvements respiratoires a une influence marquée sur l'élimination de l'acide carbonique. En expérimentant sur lui-même, Vierordt a vu qu'en respirant 6 fois par minute, il éliminait, dans cet espace de temps, 171 centimètres cubes de ce gaz ;

en respirant 12 fois, 216; 24 fois, 396; 48 fois, 696; 96 fois, 1296.

La profondeur des mouvements respiratoires augmente également l'élimination de l'acide carbonique. La rapidité de la circulation et l'accroissement de la pression sanguine ont sur elle le même effet.

Le travail musculaire doit être rangé parmi les causes qui augmentent le plus la production de l'acide carbonique. A la suite d'un travail pénible, elle peut devenir trois fois plus considérable qu'à l'état normal, ce qui se comprend facilement quand on se rappelle l'influence de l'exercice sur l'absorption de l'oxygène. Plus la proportion d'oxygène absorbé est élevée, plus l'oxydation des tissus et, par suite, la quantité d'acide carbonique exhalé doivent s'accroître.

L'acide carbonique exhalé dans un temps donné renferme moins d'oxygène que l'animal n'en absorbe dans le même temps. Il est fort probable que la portion d'oxygène qui ne se combine pas avec le carbone se combine avec les corps hydrogénés des matières organiques des tissus pour former une partie de la vapeur d'eau exhalée pendant la respiration.

D'après des recherches récentes, qui auraient besoin d'être confirmées, les animaux exhaleraient plus d'oxygène à l'état d'acide carbonique, pendant le jour, que les poumons n'en absorbent, tandis que la nuit, au contraire, ils absorberaient beaucoup plus d'oxygène qu'ils n'en excrètent sous forme d'acide carbonique. On en a conclu que, pendant le sommeil, le sang — probablement les globubules — emmagasine de l'oxygène, qui se trouve ensuite utilisé, pendant le jour, pour le dégagement des forces, et que c'est précisément quand la provision d'oxygène est épuisée, que le sommeil arrive.

État sous lequel l'oxygène et l'acide carbonique existent dans le sang. Ce sont les globules qui fixent, comme nous l'avons dit, soit par dissolution, soit plutôt par combinaison très-instable, l'oxygène contenu dans les poumons. Ce gaz paraît y exister à l'état d'ozone. Une goutte de sang posée sur du papier imbibé

de teinture alcoolique de gaïac s'entoure d'un cercle bleuâtre qui prouve l'action oxydante des globules. Le même réactif est sans effet sur le sérum privé de ses corpuscules. Quant à l'acide carbonique, il existe dans le sérum, en partie à l'état libre, en partie à l'état de bicarbonate.

Certains éléments, que le sang peut accidentellement contenir, modifient son pouvoir absorbant à l'égard de l'acide carbonique et de l'oxygène. La présence des phosphates et des carbonates alcalins diminue son pouvoir dissolvant quant à l'acide carbonique. Les chlorures jouissent de la même propriété; mais, de plus, ils diminuent son coefficient de solubilité à l'égard de l'oxygène. Dans les maladies où le sang contient un excès de chlorures, telles que le choléra et le scorbut notamment, l'absorption de l'oxygène et l'élimination de l'acide carbonique sont, comme nous l'avons vu plus haut, notablement ralenties.

Azote, vapeur d'eau et substances diverses exhalées pendant la respiration. Lavoisier croyait qu'il n'y a ni absorption ni dégagement d'azote pendant la respiration; mais des expériences plus récentes ont prouvé que la quantité excrétée à chaque mouvement expiratoire dépasse légèrement la quantité introduite dans le poumon par la respiration. Cet excédant provient sans doute des transformations subies par la partie azotée des tissus.

L'air qui entre dans les poumons à chaque mouvement respiratoire peut être plus ou moins sec, mais il en sort toujours presque saturé de vapeur d'eau; c'est elle qui ternit la surface des miroirs sur lesquels on respire et forme ce brouillard blanchâtre exhalé à chaque expiration quand la température de l'air ambiant est très-basse.

L'eau que les produits de la respiration contiennent provient en grande partie des liquides mélangés au sang par la digestion et, en moindre proportion, de la combinaison de l'oxygène introduit dans les poumons par la respiration avec les composés hydrogénés provenant de la désassimilation des tissus.

La quantité de vapeur d'eau exhalée par la respiration est très-variable. Chez l'homme, elle s'élève en moyenne à 400 ou 500

grammes par 24 heures. Elle diminue quand l'atmosphère est très-humide. Si cette dernière était complétement saturée et que sa température fût aussi élevée que celle du corps, l'air inspiré ne se mélangerait pas dans le poumon avec une nouvelle quantité de vapeur d'eau *.

Outre les principes précédemment énumérés et qui existent toujours dans les produits de la respiration, l'air expiré contient souvent des quantités minimes de chlorure de sodium, d'azotate et de chlorhydrate d'ammoniaque, d'acide urique, d'urates, de cellules épithéliales des bronches et même des germes de divers parasites. On dit, dans la plupart des ouvrages, que l'ammoniaque qu'il renferme provient de la décomposition des parcelles alimentaires restées entre les dents ou des enduits morbides dont la langue peut être couverte. Mais nous avons plusieurs fois constaté que l'odeur am-

* **Produits mélangés à la vapeur d'eau pulmonaire.** — La vapeur d'eau que les produits de la respiration pulmonaire et cutanée contiennent est mélangée de composés divers qui n'avaient été jusqu'ici l'objet d'aucune recherche. Mes expériences m'ont prouvé que le produit de la condensation de la vapeur d'eau pulmonaire dans un ballon refroidi est un liquide limpide, d'une odeur spéciale variant suivant l'âge, le sexe et l'état de santé des sujets qui l'ont fourni. Évaporé au bain-marie, il laisse un très-minime résidu, dans lequel les réactifs et le microscope m'ont fait reconnaître l'existence de chlorures et de phosphates ammoniaco-magnésiens. Considérant ce liquide comme un produit de dépuration du sang très-analogue à l'urine, j'y ai recherché la présence de l'urée, mais sans succès, ce qui tient uniquement peut-être à ce que je n'opérais pas sur des doses suffisantes de liquide. Si, en effet, ce principe ne se rencontre dans la vapeur d'eau qu'en très-minime quantité, comme dans la sueur par exemple, il faudrait, pour constater sa présence, opérer sur plusieurs litres de liquide, ce qui n'est pas facile, en raison de la petite quantité qu'un individu peut produire en respirant. Il m'a été également impossible d'isoler les corps qui lui communiquent son odeur spéciale; leur étude présenterait cependant un intérêt considérable, car il est fort probable que ce sont eux ou les matières qui en dérivent par fermentation qui donnent aux produits de la respiration les propriétés toxiques incontestables qu'ils possèdent. Le malaise qu'on éprouve dans une atmosphère confinée se produit, en effet, bien avant que la quantité d'acide carbonique que la respiration y a introduite soit en proportion suffisante pour entraver cette fonction. Une atmosphère contenant 1/100 d'acide carbonique que l'on y a artificiellement mélangé peut, en effet, être respirée sans incommodité, ce qui n'a pas lieu quand ce gaz provient de la respiration. Richardson a prouvé que de l'oxygène pur plusieurs fois respiré par un même animal devenait bientôt impropre à la respiration, bien qu'on eût soin de le dépouiller constamment de l'acide carbonique qui s'y trouve mélangé. Ce sont ces mêmes matières volatiles qui donnent à l'air où des êtres vivants ont séjourné quelque temps cette odeur spéciale qu'on observe quand on pénètre le matin dans une chambre où quelqu'un a couché.

moniacale de l'haleine persistait habituellement après les lavages de la bouche les plus minutieux et qu'on rencontrait très-fréquemment l'ammoniaque en notable proportion dans l'air expiré par beaucoup de sujets, principalement chez les femmes aux époques de la menstruation.

Température de l'air expiré. L'air introduit dans le poumon par la respiration s'y réchauffe rapidement, et quand il sort de cet organe, sa température est presque aussi élevée que celle du corps. En respirant par le nez et faisant ensuite passer l'air expiré par la bouche à travers un tube à l'intérieur duquel se trouve un thermomètre, l'instrument oscille entre 35 et 37° si la température ambiante dépasse 10°; quand elle s'abaisse à 0°, la température de l'air expiré est encore de 30°.

Respiration par la peau. Nous avons vu, en parlant de la sueur, qu'il se fait par la peau, à travers les parois des glandes sudoripares, un échange gazeux tout à fait analogue à celui dont les poumons sont le siége, c'est-à-dire une exhalation d'acide carbonique et une absorption d'oxygène.

L'excrétion de l'acide carbonique qui se fait par la peau est 38 fois moindre que celle qui s'opère par les poumons, mais l'exhalation cutanée de la vapeur d'eau est plus considérable que l'exhalation pulmonaire. La quantité d'eau exhalée par le poumon est d'environ 500 grammes en 24 heures, tandis que celle éliminée par la peau atteint environ 1 kilogramme dans le même temps.

L'exhalation d'acide carbonique par la peau est facile à mettre en évidence. En introduisant la main dans une cloche contenant de l'air et placée sur une cuvette pleine d'eau, on constate bientôt, par le précipité de carbonate de chaux qui se produit lorsqu'on verse de l'eau de chaux dans la cloche, que l'atmosphère qui a entouré le membre renferme de l'acide carbonique. En plaçant le corps dans une enceinte fermée, on arrive facilement à doser tout l'acide carbonique exhalé par la peau.

L'absorption de l'oxygène par la peau se démontre en plaçant des grenouilles privées de leurs poumons sous une cloche pleine d'air. On reconnaît bientôt que cet air est dépouillé d'une partie de son

oxygène, qui se trouve remplacé par une quantité équivalente d'acide carbonique.

Quant à l'absorption d'azote qui pourrait se faire par la peau, elle n'a pas encore été démontrée.

Nous avons vu, en traitant de la dépuration du sang, que la suppression de la respiration cutanée amène la mort, comme le fait, mais dans un temps moins long, la suppression de la respiration pulmonaire. Un mammifère dont on recouvre la peau d'un vernis imperméable succombe rapidement.

Causes qui modifient l'intensité des phénomènes respiratoires. L'intensité des phénomènes respiratoires varie suivant l'âge, le sexe, l'espèce animale et un nombre de causes fort diverses. Ils sont beaucoup plus lents chez les animaux à sang froid que chez ceux à sang chaud. Alors qu'une grenouille absorbe par heure un décigramme seulement d'oxygène par kilogramme de matière animale, un oiseau en absorbe 10 grammes pour le même poids pendant le même temps.

L'exercice et le travail musculaire ont une grande influence sur la respiration. Nous avons vu combien ils augmentent l'absorption de l'oxygène et l'élimination de l'acide carbonique*. Chez les animaux dont l'activité musculaire est considérable, comme les oiseaux par exemple, l'intensité des phénomènes respiratoires est très-marquée. Nous avons vu plus haut qu'un individu au repos, consommant 24 litres d'oxygène par heure, en consomme 63 litres, c'est-à-dire une quantité près de trois fois plus forte, quand il fait un travail actif. Les variations alors observées sont assez constantes, dit Lavoisier, pour qu'en appliquant un homme à un exercice pénible et observant l'accélération qui en résulte dans le cours

* D'après Smith, la quantité d'air introduite dans les poumons étant représentée par 1 chez l'homme quand il est couché, cette proportion éprouve, sous l'influence de l'exercice, les variations suivantes :

Debout	1.33
Marche de 1 mille à l'heure	1.90
Marche de 2 milles à l'heure	2.76
Course à cheval au trot	4.05
Natation	4.32
Course à pied de 7 milles à l'heure	7.00

de la respiration, on puisse en conclure à quel poids élevé à une hauteur déterminée correspond la somme des efforts qu'il a faits pendant le temps de l'expérience. « Ce genre d'observation, ajoute cet illustre observateur, conduit à comparer des emplois de force entre lesquels il semblerait n'exister aucun rapport. *On peut connaître, par exemple, à combien de livres en poids répondent les efforts d'un homme qui récite un discours, d'un musicien qui joue d'un instrument. On pourrait même évaluer ce qu'il y a de mécanique dans le travail du philosophe qui réfléchit, de l'homme de lettres qui écrit, du musicien qui compose.* Ces effets, considérés comme purement moraux, ont quelque chose de physique et de matériel qui permet, sous ce rapport, de les comparer aux efforts que fait l'homme de peine. Ce n'est donc pas sans quelque justesse que la langue française a confondu sous la dénomination commune de *travail* les efforts de l'esprit comme ceux du corps, le travail du cabinet et le travail du mercenaire. »

Entre cet énoncé et celui de la théorie de l'équivalence des forces, telle que les travaux modernes l'ont mise en évidence, il n'y avait qu'un pas; mais ce pas, il a fallu soixante ans pour le franchir.

Quand le travail physique est poussé jusqu'à la fatigue, les phénomènes de la respiration, au lieu de s'accroître, se ralentissent. Le sujet fatigué use plus de matière musculaire qu'il n'en peut fabriquer dans un temps donné. Il s'accumule alors dans le sang une quantité d'acide carbonique suffisante pour produire une sorte d'intoxication passagère, ainsi que nous l'avons vu en parlant des phénomènes que détermine l'ascension sur les montagnes.

Le climat a également une grande influence sur l'intensité des phénomènes respiratoires. Nous avons vu que la consommation de l'oxygène est d'autant plus considérable que la température est plus basse, à condition, naturellement, que le froid ne soit pas excessif ou trop prolongé, parce qu'alors il paralyserait toutes les fonctions, ce qui arrive chez les animaux à sang froid et chez les hibernants, qui passent, comme on le sait, l'hiver dans un profond sommeil.

L'état hygrométrique de l'air a aussi une influence marquée sur l'activité des phénomènes respiratoires. Quand l'atmosphère est

très-humide, l'exhalation de vapeur d'eau qui se fait par les poumons est ralentie, comme l'est également celle qui s'opère par la peau.

L'influence des maladies sur l'activité respiratoire n'est pas moins sensible. Dans le choléra, on a constaté que l'air expiré contenait plus d'oxygène qu'à l'état normal, d'où l'on doit conclure que l'absorption de ce gaz était considérablement ralentie. L'absorption de l'oxygène diminuant, l'élimination de l'acide carbonique se réduit également. La même diminution de l'acide carbonique a été notée aussi dans diverses maladies, la pneumonie, la fièvre typhoïde et la phthisie notamment.

Action de la respiration sur le sang. Nous avons décrit dans le chapitre consacré à l'étude du sang les changements qu'éprouve ce liquide sous l'influence de l'oxygène fourni par la respiration. De noir qu'il était et impropre à l'entretien de la vie, il devient d'un rouge vif et apte à entretenir toutes les fonctions.

C'est au moyen de l'appareil respiratoire que le sang veineux chargé d'acide carbonique et l'oxygène de l'air amené par les divisions des bronches sont mis en présence. L'échange gazeux se fait, comme nous l'avons vu, à travers la mince membrane qui les sépare.

Pour constater l'influence de la respiration sur le sang, il suffit d'ouvrir l'artère d'un membre sur un animal vivant. Si l'animal respire, le liquide a une belle couleur rouge. Si on suspend la respiration, il acquiert en moins de trente secondes la couleur du sang veineux.

Action du système nerveux sur la respiration. Les muscles inspirateurs reçoivent leurs nerfs de la moelle épinière à diverses hauteurs, mais notamment des paires cervicales et dorsales.

Quand, sur un animal vertébré, on introduit un instrument tranchant entre la première vertèbre cervicale et l'os occipital, de façon à couper la moelle épinière au-dessous du cervelet, au point où elle pénètre dans le crâne, c'est-à-dire dans la portion du bulbe rachidien qui se trouve à quelques millimètres au-dessous de l'origine

des nerfs pneumo-gastriques, tous les muscles respirateurs cessent immédiatement de fonctionner, et comme la vie ne peut se maintenir quand la respiration est suspendue, la mort se produit presque instantanément.

Flourens a donné à cette région circonscrite, dont la blessure détermine une mort rapide, le nom de *nœud vital;* mais cette désignation nous semble tout à fait impropre, car elle semblerait indiquer que la vie a son siége dans un point spécial du corps, ce qui est entièrement inexact; la mort n'est en aucune façon la conséquence nécessaire de la blessure du bulbe, car on peut, par la respiration artificielle, prolonger presque indéfiniment la vie de l'animal ainsi blessé. Cette région ne peut pas plus, en réalité, être appelée nœud vital parce que la disparition de la vie est la suite de sa destruction, qu'une artère importante ne peut mériter la même épithète parce que sa blessure entraîne habituellement la mort.

La suspension des mouvements respiratoires à la suite d'une blessure du bulbe prouve amplement que c'est en ce point qu'ils ont leur siége. Ils l'ont dans cette région et non ailleurs, car on peut, en ménageant les cinq ou six millimètres de moelle épinière dont l'expérience a indiqué la situation, vider presque entièrement la cavité crânienne sans que la respiration se ralentisse.

Chez les animaux qui peuvent vivre un certain temps en respirant uniquement par la peau, la destruction du bulbe rachidien n'amène pas immédiatement la mort. Les batraciens vivent plusieurs mois. les reptiles plusieurs semaines après son ablation.

Les plus importants des nerfs qui transmettent le principe des mouvements aux muscles inspirateurs sont les nerfs phréniques. En coupant la moelle épinière entre la troisième et la quatrième vertèbre cervicale, c'est-à-dire au-dessus de l'origine de ces nerfs, les mouvements du diaphragme sont abolis. C'est pour cette raison que les lésions siégeant au niveau de la troisième vertèbre cervicale rendent la respiration extrêmement laborieuse; les mouvements respiratoires ne pouvant plus se faire que sous l'influence des muscles du cou et des épaules, le malade, lentement asphyxié. succombe bientôt.

Quand on excite d'une façon continue, par l'électricité, les deux

nerfs phréniques, de façon à mettre le diaphragme en contraction tétanique, l'animal se trouve en état d'inspiration continue, et, ne pouvant plus renouveler l'air dans ses poumons, toujours distendus, s'asphyxie rapidement.

D'autres nerfs que le nerf phrénique exercent, mais à un degré moindre, une influence notable sur la respiration. Ainsi, la section du nerf facial a pour résultat l'aplatissement des parois latérales des narines pendant l'inspiration et la paralysie des lèvres, qui flottent alors comme deux voiles mobiles, suivant la direction du courant d'air qui entre dans la bouche et qui en sort; la section ou la paralysie des nerfs laryngés inférieurs produit le resserrement de la glotte, par suite de la paralysie des muscles crico-aryténoïdiens postérieurs, dont les contractions maintiennent les lèvres de cet orifice écartées*.

La section des nerfs qui animent les muscles destinés à faciliter les mouvements inspirateurs dans les respirations laborieuses, tels que le *spinal* par exemple, qui anime le sterno-mastoïdien et le trapèze, a pour résultat d'empêcher les inspirations prolongées et, par conséquent, de rendre l'animal incapable d'exercer aucun effort. Tout effort, en effet, doit être précédé d'une inspiration profonde, ainsi qu'on peut s'en convaincre facilement en essayant de faire un travail violent après une inspiration ordinaire. L'animal qu'on force à courir, après la section de ce nerf, est immédiatement essoufflé, par suite des vaines tentatives qu'il fait pour dilater suffisamment sa poitrine.

Une excitation faible par l'électricité des nerfs pneumo-gastrique et laryngé supérieur accélère la respiration; si l'excitation est assez forte, elle la ralentit ou la suspend; mais si elle n'est pas trop énergique, les mouvements respiratoires reviennent pendant sa durée.

Plusieurs auteurs admettent que l'excitation du centre des mouvements respiratoires, dont nous avons vu plus haut l'origine, se produit sous l'influence de l'acide carbonique que le sang contient.

* L'asphyxie consécutive à la section des nerfs laryngés ne se produit guère que chez les jeunes animaux, parce que, les côtés de la glotte étant chez eux presque entièrement membraneux au lieu d'être cartilagineux comme chez l'adulte, le contact des bords glottiques est facile dans toute leur longueur.

Plus ce liquide renfermerait de ce gaz, plus les mouvements inspirateurs seraient profonds. Diverses expériences semblent, en effet, démontrer que quand on débarrasse artificiellement le sang de son acide carbonique pour le remplacer par de l'oxygène, les mouvements respiratoires s'arrêtent.

§ 3.

VARIATIONS QUE PRÉSENTENT LES PHÉNOMÈNES RESPIRATOIRES DANS LA SÉRIE DES ÊTRES.

Respiration dans la série animale. L'appareil respiratoire présente chez les animaux des modifications diverses, mais en dernière analyse il se réduit toujours à une membrane à travers laquelle se fait l'échange entre les gaz du sang et ceux de l'atmosphère.

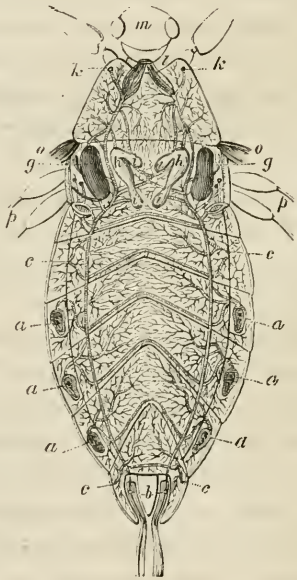


Fig. 122. — *Respiration chez les insectes.**

* *a, a, a*) Ouverture des stigmates. — *b*) Appareil reproducteur. — *c, c, c, c*) Trachées. — *g, h, i*) Poches aériennes — *k, k*) Première paire de pattes. — *l, m*) Tête. — *o. o*) Ailes supérieures. — *p, p*) Deuxième et troisième paire de pattes.

Chez les animaux supérieurs, c'est le sang qui va trouver l'air dans le poumon. Chez certains animaux inférieurs, tels que les insectes, dont la circulation est incomplète, c'est l'air qui va à la rencontre du sang dans les diverses parties du corps. Leurs organes sont, en effet, parcourus par des canaux nommés *trachées*, dont les ouvertures, appelées *stigmates*, s'ouvrent sur les côtés du corps. Chez certains animaux très-inférieurs, les mollusques par exemple, il n'y a ni trachées ni poumons, et la respiration se fait simplement par la peau.

Les animaux plongés dans l'eau respirent, en réalité, exactement comme les animaux aériens; ils absorbent, par des appareils spéciaux nommés *branchies*, l'air dissous dans l'eau et où l'oxygène, au lieu de se trouver dans la proportion de un cinquième comme dans l'atmosphère, se rencontre seulement dans la proportion de 1/250. Dans un liquide privé d'air, ils meurent rapidement.

Le liquide dans lequel les poissons ont respiré contient de l'acide carbonique, dont la présence s'accuse par le précipité abondant que détermine l'eau de chaux qu'on y verse.

Les *branchies* des poissons consistent en une série de lamelles saillantes, très-riches en vaisseaux veineux et artériels, fixées de chaque côté du cou.

Pour respirer, le poisson avale de l'eau par la bouche; ce liquide baigne les branchies, leur cède l'air qu'il contient et se charge de l'acide carbonique qui s'en dégage, puis s'échappe par les *ouïes*, larges ouvertures latérales correspondant aux trompes d'Eustache.

Outre l'air dissous dans l'eau, presque tous les poissons respirent encore de l'air atmosphérique, qu'ils viennent prendre à la surface du liquide où ils sont plongés. Cet air ainsi ingéré se trouve en contact avec leurs branchies et absorbé comme l'est celui contenu dans l'eau.

Les poissons qu'on retire de l'eau meurent bientôt, parce que leurs branchies, n'étant plus soutenues par l'eau, s'affaissent, ce qui diminue l'étendue de la surface respiratoire et gêne la circulation du sang.

Plusieurs animaux, tels que les grenouilles par exemple, respirent, comme les poissons, au moyen de branchies dans la pre-

mière période de leur existence, alors qu'ils sont à l'état de têtards; et plus tard, comme les mammifères, au moyen de poumons. Quelques-uns, comme les axolotes, conservent toute leur vie des poumons et des branchies, ce qui leur permet de respirer tout à la fois dans l'air et dans l'eau.

Respiration des plantes. En 1772, Priestley, ayant introduit une plante dans une cloche où, faute d'une quantité suffisante d'oxygène, une souris venait de mourir, reconnut qu'après quelque temps d'exposition de la cloche au soleil l'air était régénéré et devenu de nouveau capable d'entretenir la vie des animaux qu'il y plongeait.

Les progrès de la chimie permirent bientôt d'interpréter convenablement cette curieuse expérience en prouvant que le végétal avait décomposé l'acide carbonique formé par l'animal, fixé le carbone de ce gaz dans ses tissus et, mettant ainsi l'oxygène en liberté, revivifié l'atmosphère.

Ainsi, l'air altéré par les animaux est régénéré par les plantes; mais, comme nous l'avons vu en parlant de la composition de l'atmosphère, si cette régénération n'avait pas lieu, l'océan gazeux qui nous entoure n'en conserverait pas moins pendant une longue série de siècles une composition à peu près constante.

L'opposition qui semble régner entre la respiration des végétaux et celle des animaux est loin, du reste, d'être aussi absolue que l'expérience indiquée plus haut pourrait le laisser croire. Les parties vertes des plantes sont les seules qui absorbent de l'acide carbonique et produisent de l'oxygène. Les parties d'une couleur différente ou le bois, les fruits et les fleurs par exemple, respirent comme les animaux, ainsi qu'on peut s'en convaincre en les plaçant sous une cloche dont on analyse l'air au bout de quelque temps. Les parties vertes elles-mêmes ne décomposent l'acide carbonique que sous l'influence de la lumière solaire. Dans l'obscurité, elles respirent comme les animaux*.

* D'après les recherches de Boussingault, 1 mètre carré de surface verte décompose en 12 heures de jour 6336 centimètres cubes de gaz acide carbonique, et produit en 12 heures de nuit 396 centimètres cubes du même gaz.

Les animaux et les végétaux respirent en réalité de la même manière; la couche verte qui les recouvre a seule la propriété curieuse de fixer le carbone et de mettre en liberté l'oxygène. Les observations faites sur plusieurs insectes aquatiques colorés en vert montrent qu'ils respirent comme les plantes. Preuve nouvelle qu'à tous les degrés de l'échelle des êtres la matière vivante possède des propriétés analogues et est soumise aux mêmes lois.

CHAPITRE XV.

HYGIÈNE DE LA RESPIRATION ET PHYSIOLOGIE DES TROUBLES DE CETTE FONCTION.

§ 1er. *Effets produits par l'aération insuffisante.* — Altération rapide de l'air par la respiration. — Action toxique des miasmes humains. — Dispositions défectueuses des hôpitaux, des appartements, etc. — Exemples prouvant les dangers de l'aération insuffisante. — Production du typhus, de la fièvre typhoïde et de l'anémie sous l'influence de l'air confiné. — Mortalité considérable dans les hôpitaux de Paris comparée à celle des hôpitaux étrangers. — Le nouvel Hôtel-Dieu. — Dangers de l'air confiné pour les blessés. — Production de l'infection purulente. — Nécessité de supprimer les hôpitaux permanents. — Description des hôpitaux américains. — Moyen d'obtenir le volume d'air nécessaire à la respiration. — Moyen de reconnaître si l'atmosphère d'une pièce habitée est suffisamment renouvelée. — Systèmes divers de ventilation. — Utilisation des cheminées. — Assainissement des chambres des malades en Angleterre. — § 2. *Effets produits par la privation complète de l'air. Étude de l'asphyxie.* — Résistance des animaux adultes et nouveau-nés à l'asphyxie. — Symptômes qui précèdent l'asphyxie et l'accompagnent. — Anesthésie qui précède l'asphyxie par respiration dans une atmosphère confinée. — Moyen de l'utiliser en chirurgie. — Mécanisme de l'asphyxie. — Rôle des globules sanguins dans ce phénomène. — Troubles de la respiration et phénomènes asphyxiques dans les maladies. — Appréciation physiologique des méthodes de traitement usitées contre l'asphyxie. — Insufflation pulmonaire. — Respiration artificielle. — Cautérisation de la poitrine. — Excitants divers : glaces, douches, etc. — Acupuncture et électropuncture du cœur. — Emploi de l'électricité contre l'asphyxie. — Expériences de l'auteur sur l'identité des effets produits sur le diaphragme et sur le cœur par les courants de la pile et par ceux des bobines. — Recherches sur l'emploi de la chaleur contre l'asphyxie. — Causes de la difficulté de ramener à la vie certains asphyxiés. — Nécessité d'approfondir davantage l'étude de la mort.

L'air est, comme nous l'avons vu, nécessaire à tous les êtres vivants. Suivant que leur organisation est plus ou moins parfaite, ils en ont un besoin plus ou moins considérable, mais nul ne pourrait s'en passer. On peut être privé d'aliments pendant un temps quelquefois fort long; mais supporter la privation de l'air est impossible.

Personne n'ignore qu'une alimentation insuffisante finit par al-

térer profondément la santé; mais les effets désastreux de l'insuffisance de l'air sont généralement méconnus. Les règles adoptées pour la construction de nos appartements, de nos théâtres, des dortoirs de nos établissements d'instruction, de nos hôpitaux, etc., démontrent combien sur ce point le défaut de connaissances est général et profond. Les faits que nous citerons plus loin mettront en évidence les conséquences fatales de cette funeste ignorance.

Les effets engendrés par la privation complète d'aliments diffèrent, ainsi que nous l'avons dit, de ceux déterminés par une privation partielle. Il en est de même des effets produits par la privation complète d'air et de ceux que son insuffisance amène. Nous allons étudier successivement dans ce chapitre les phénomènes physiologiques qu'on observe dans les deux cas.

§ 1er.

EFFETS PRODUITS PAR L'AÉRATION INSUFFISANTE.

Dangers du séjour dans une atmosphère viciée par la respiration. Lorsqu'on place un animal sous une cloche dont l'air n'est pas renouvelé, on le voit, au bout d'un certain temps, variable suivant la capacité de la cloche, précipiter sa respiration, vaciller sur ses jambes, puis tomber sur le flanc. Sa sensibilité s'émousse graduellement, ses mouvements se ralentissent, et, si on ne s'empresse pas de renouveler l'air qui lui fait défaut, il finit bientôt par périr*.

* Ayant introduit un lapin adulte vigoureux sous une cloche de 14 décimètres cubes de capacité, hermétiquement fermée, j'ai observé les phénomènes suivants : Pendant la première demi-heure l'animal reste assis sur ses pattes de derrière et ne paraît nullement gêné. Au bout de trois quarts d'heure, il donne quelques signes de malaise, accélère sa respiration, entr'ouvre la bouche, lève la tête autant que cela lui est possible et vacille un peu. Au bout de deux heures, il est obligé de s'appuyer sur les parois de la cloche pour rester assis et maintenir sa tête levée. Après trois heures dix minutes de séjour, il pousse quelques cris, tombe en avant, la tête entre les pattes de devant; ses yeux, à demi fermés, s'ouvrent largement; ses mouvements respiratoires se ralentissent rapidement et il succombe brusquement, après quelques convulsions. Sa température rectale, qui était de 39° au début de l'expérience, n'était plus que de 36° à la fin.

Il suffit, pour comprendre les effets du séjour prolongé d'un animal dans une atmosphère confinée, de se souvenir de ce que nous avons dit dans le chapitre précédent de la consommation de l'oxygène dans l'acte de la respiration. Nous avons vu que l'homme introduit dans ses poumons 500 litres d'air par heure environ; cet air, lorsqu'il en sort, a perdu 4 p. 100 de son oxygène et gagné 4 p. 100 d'acide carbonique. Un homme renfermé dans une pièce dont la capacité ne serait que de 500 litres vicierait donc assez l'air en une heure pour lui faire contenir 4 p. 100 d'acide carbonique. La respiration étant difficile dans une atmosphère contenant 1 p. 100 d'acide carbonique, le sera à plus forte raison dans une atmosphère où ce gaz atteindra le chiffre de 4 p. 100, et comme cette proportion augmenterait à chaque respiration, la mort ne tarderait pas à être la conséquence d'un séjour prolongé dans une semblable atmosphère.

Mais ce n'est pas à l'acide carbonique seulement, comme on le dit généralement, qu'est dû le principal danger du séjour dans une atmosphère confinée. Nous avons vu, en parlant de la vapeur d'eau pulmonaire, que la respiration entraîne avec elle des composés volatils divers, produits de la dépuration du sang, qui rendent rapidement irrespirable l'atmosphère à laquelle ils sont mélangés. Nous avons vu aussi que le malaise qu'on éprouve dans une atmosphère confinée se produit bien avant que la quantité d'acide carbonique qui s'y trouve contenue soit suffisante pour entraver la respiration, et que, du reste, de l'oxygène plusieurs fois respiré par le même animal devient bientôt impropre à entretenir la vie, même quand on prend soin de le dépouiller constamment de l'acide carbonique qui lui est mélangé.

Les produits de la respiration contiennent donc des composés qui ne sauraient être respirés longtemps sans danger. Le *miasme humain*, s'il nous est permis de donner ce nom à ces substances diverses dont l'odorat seul nous révèle la présence et que la chimie est encore impuissante à isoler, est un poison dont d'innombrables exemples démontrent la redoutable action.

Ce n'est jamais sans danger que plusieurs individus se trouvent réunis dans un espace restreint dont l'air n'est pas suffisamment

renouvelé. De même que pour l'énigme du sphynx de la tradition antique, qu'il fallait deviner sous peine de mourir, l'ignorance de cette loi est toujours fatale. Ils l'ont méconnue pourtant, ceux qui ont construit ces vastes hôpitaux où l'indigent ne trouve si souvent que la mort, ces casernes de nos grandes villes, où sévit une mortalité si cruelle, ces dortoirs de nos pensions, où s'étiole la jeunesse. Pénétrez le matin dans ces salles, où, par une ignorance absolue des lois de la physiologie et des enseignements de l'expérience, l'art semble avoir eu pour but d'accumuler le plus d'êtres vivants dans le moindre espace possible, et, à défaut de connaissances précises, le malaise que vous éprouverez et l'odeur qui vous frappera vous feront pressentir que ce n'est pas sans danger que l'homme peut respirer longtemps un air semblable.

Une atmosphère non renouvelée dans laquelle plusieurs individus ont respiré quelque temps peut être comparée à de l'eau dans laquelle plusieurs personnes se seraient successivement lavé la bouche et le corps. Avaler de l'eau ainsi souillée serait certainement beaucoup moins contraire aux principes de l'hygiène que de respirer l'air altéré par les produits de la respiration. L'estomac, en effet, absorbant bien moins rapidement que les poumons, les matières étrangères mélangées à l'eau passeraient bien moins complétement dans le sang qu'elles ne le feraient mélangées à l'air qui pénètre dans l'appareil respiratoire.

Les faits qui démontrent l'influence désastreuse produite par la respiration d'un air confiné sont assez nombreux pour dissiper tous les doutes. Tous les traités d'hygiène contiennent l'histoire de ces trois cents prisonniers autrichiens qui, enfermés dans un caveau étroit après la bataille d'Austerlitz, périrent en quelques heures à l'exception de quarante; celle des insurgés de juin 1848, enfermés en trop grand nombre dans les caves des Tuileries et qui eurent le même sort. Ce sont là toutefois des faits exceptionnels qui montrent bien, ce que personne n'ignore, que la privation absolue d'air respirable amène la mort, mais qui ne nous disent pas le résultat de sa privation incomplète.

Une des observations qui prouvent le mieux l'influence du séjour dans un air vicié par la respiration, mais non cependant assez im-

pur pour déterminer immédiatement la mort, est celle rapportée par le docteur Tardieu, relative à une épidémie de fièvre typhoïde qui a régné à Versailles pendant plusieurs années. Cette épidémie se manifestait régulièrement dans la garnison tous les ans au moment de l'arrivée du roi Louis-Philippe et disparaissait après son départ. La garnison habituelle de cinq cents hommes se trouvant portée à douze cents pendant le séjour du souverain, les soldats étaient, faute d'espace, entassés dans des salles étroites, où leur accumulation suffisait pour produire l'épidémie observée. La cause disparaissant, l'effet cessait naturellement de se produire.

L'influence du séjour dans une atmosphère confinée s'observe aussi chez les individus qui quittent la campagne pour venir habiter les chambres étroites de nos grandes villes; c'est surtout parmi eux que la fièvre typhoïde fait des ravages; sur eux sévit particulièrement aussi cet état de débilitation profond qu'on a justement nommé l'*anémie des grandes villes*, et dont la privation d'air pur et la dépuration incomplète du sang, qui en est la suite, sont assurément les principales causes. Rien ne finit par altérer plus profondément la constitution qu'un séjour prolongé dans des pièces étroites où l'air n'est pas suffisamment renouvelé.

La fièvre typhoïde, l'anémie, le typhus * et la dyssenterie sont les maladies auxquelles sont prédisposés les individus respirant une atmosphère insuffisamment renouvelée. Si ces individus sont des blessés, l'infection purulente les décime rapidement.

De tous les faits qu'on peut citer pour démontrer le danger qu'il y a pour l'homme à respirer un air vicié par les produits de sa

* **Production du typhus sous l'influence de l'encombrement.** — Il y aurait peut-être quelques réserves à faire au sujet du typhus, dont l'étiologie est encore fort obscure. Contre toute attente, aucun cas de cette maladie ne s'est montré à Paris ni à Metz pendant la dernière guerre, malgré la réunion des conditions considérées jusqu'ici comme les plus favorables à sa manifestation. Nous croyons qu'il faut ranger le typhus parmi les maladies ne naissant pas spontanément, telles que la variole et la peste bovine, et exigeant, pour se produire, un germe apporté du dehors et un milieu favorable à son développement. Pendant les siéges de ces deux villes, le milieu était sans doute aussi favorable que possible au développement du typhus, mais probablement, aucun individu atteint de cette affection ne s'étant trouvé dans les enceintes assiégées au moment de l'investissement, le germe de l'épidémie manquait.

respiration, surtout lorsqu'il est affaibli par les maladies, aucun n'est plus probant que la mortalité qui sévit dans nos hôpitaux et qu'on ne peut que qualifier d'effroyable quand on la compare à celle des hôpitaux étrangers, où le système, toujours en vigueur chez nous, des vastes salles contenant beaucoup de malades est complétement abandonné.

En comparant la mortalité des opérés pendant les guerres de Crimée et de la sécession, nous voyons, d'après la statistique de Chenu et de Woodward, qu'alors que l'armée française perdait 73 p. 100 de ses opérés, l'armée anglaise n'en perdait que 40 et l'armée fédérale 34 p. 100 seulement.

A cet exemple on pourrait objecter que les blessés anglais et américains étaient, comme nous l'avons dit dans un autre chapitre, parfaitement nourris, tandis que les blessés français l'étaient fort mal. L'alimentation insuffisante devait alors ajouter ses effets à ceux d'une aération imparfaite, et il est difficile peut-être de faire la part revenant à ces causes distinctes de destruction. Mais dans l'exemple qui va suivre, cette raison ne saurait être invoquée, car il s'agit de malades soignés en temps de paix dans les hôpitaux les plus renommés.

Dans une statistique où il a eu soin de ne comparer que des individus atteints de la même lésion — des amputés de la cuisse — M. Lefort, chirurgien des hôpitaux de Paris, est arrivé aux résultats suivants, qu'il a fait connaître en 1868 à la Société de chirurgie :

Dans les hôpitaux contenant	100	malades, il meurt	25	opérés sur 100
»	200	»	31	»
»	300	»	37	»
»	400	»	40	»
Dans les hôpitaux de Paris, il meurt. . . .			74	opérés sur 100

Ce qui nous conduit à cette terrible conclusion que le plus dangereux des champs de bataille est bien moins meurtrier que ne l'est pour les blessés le séjour d'un hôpital de Paris, et qu'on peut se demander s'il y a pour eux un degré d'utilité quelconque à aller séjourner dans ces établissements dangereux.

Malheureusement les leçons du passé ne servent pas toujours pour l'avenir. En dépit de l'effroyable mortalité qui sévit dans les hôpitaux de Paris, et malgré les résultats obtenus dans les hôpitaux d'autres grandes villes aussi peuplées que la capitale de la France, telles que Londres par exemple; malgré aussi l'avis de tous les médecins, et notamment d'un des plus savants chirurgiens de l'époque contemporaine, l'illustre fils d'un illustre père, le baron H. Larrey. qui a si souvent insisté dans de nombreux mémoires sur l'importance de disséminer les malades, les nouveaux hôpitaux, l'Hôtel-Dieu de Paris notamment, continuent à être construits d'après les anciens principes. La France est peut-être, hélas! le seul pays du monde où la science soit assez peu écoutée pour que la voix publique ne se soit pas énergiquement opposée à ce qu'on aille engloutir des millions dans un établissement si justement qualifié de « monument colossal d'ignorance » et dont une Commission composée de tous les médecins et chirurgiens des hôpitaux de Paris a déclaré « qu'il offrait des « dispositions absolument contraires aux principes fondamentaux « de l'hygiène hospitalière *. »

Pendant la campagne de 1870 et 1871, les désastreux effets de l'encombrement ont été également mis en évidence par des faits nombreux. L'infection purulente, qui est la conséquence inévitable

* **L'ancien Hôtel-Dieu de Paris.** — Il faut, pour comprendre combien a toujours été profonde l'ignorance des lois de l'hygiène en France, lire le célèbre rapport de Bailly, Tenon et Lavoisier sur l'état de l'ancien Hôtel-Dieu. En voici quelques passages : «Les commissaires ont remarqué que la disposition générale de l'Hôtel-Dieu, disposi- «tion forcée par le défaut d'emplacement, est d'établir beaucoup de lits dans les salles «et d'y coucher quatre, cinq et neuf malades dans un même lit. Ils ont vu les morts «mêlés avec les vivants, des salles où les passages sont étroits, où l'air croupit faute «de pouvoir se renouveler, et où la lumière ne pénètre que faiblement et chargée de «vapeurs humides. Les commissaires ont encore vu les convalescents mêlés dans les «mêmes salles avec les malades, les mourants et les morts, et forcés de sortir, les «jambes nues, été comme hiver, pour respirer l'air extérieur, sur le pont Saint-Charles; «ils ont vu, pour les convalescents, une salle au troisième étage, à laquelle on ne peut «parvenir qu'en traversant la salle où sont les petites véroles; la salle des fous con- «tiguë à celle des malheureux qui ont souffert les plus cruelles opérations, et qui ne «peuvent espérer de repos dans le voisinage de ces insensés, dont les cris frénétiques «se font entendre jour et nuit..... Mille causes particulières et accidentelles se joignent «chaque jour aux causes générales et constantes de la corruption de l'air, et forcent «de conclure que l'Hôtel-Dieu est le plus insalubre et le plus incommode de tous les «hôpitaux, et que sur neuf malades il en meurt deux.»

de l'accumulation des blessés dans un espace restreint, a fait plus de victimes que les balles de l'ennemi. Lorsque cette affection terrible s'est déclarée chez un blessé, l'art est absolument impuissant à limiter ses ravages, et sa terminaison à peu près constante est la mort. Malgré les discussions qu'elle a soulevées au sein des Sociétés savantes, nous ne sommes guère fixés à son endroit; tout ce que nous pouvons dire avec certitude, et cette indication précieuse, fruit de dures expériences, nous fournit au moins les moyens de la prévenir, c'est que l'*infection purulente se manifeste invariablement toutes les fois qu'un grand nombre de blessés se trouvent réunis dans une même salle, quelque hygiéniques que soient les conditions dans lesquelles se trouve l'édifice dont cette salle fait partie, et quels que puissent être les soins que ces blessés reçoivent*. Au Val-de-Grâce, par exemple, hôpital militaire modèle, situé dans un magnifique jardin et où les malades se trouvaient entourés des soins les plus savants et de tous les instants, cette cruelle affection a fait pendant le siége de Paris les plus terribles ravages. Nous avons vu des rangées de malades, atteints souvent de blessures fort légères, succomber à son action *, et cela malgré l'emploi des pansements

* **Conditions qui favorisent la production de l'infection purulente dans les hôpitaux.** — Pendant la dernière guerre, l'infection purulente s'est manifestée sur une large échelle en province ainsi qu'à Paris, même quand les hôpitaux qui recevaient les blessés se trouvaient, comme le grand hôpital de Chartres par exemple, presque isolés en rase campagne, ce qui se comprend parfaitement, du reste, quand on sait que c'est à la réunion d'un certain nombre de blessés dans une même salle, nous le répétons encore, qu'est due la production de cette affection. Le fait est si vrai, qu'au Val-de-Grâce l'infection purulente ne s'est montrée que fort rarement dans les salles d'officiers, qui ne contenaient que des malades isolés ou en très-petit nombre, alors qu'elle sévissait cruellement dans les salles des soldats, situées cependant à une très-petite distance des premières. Ces diverses salles ayant un personnel médical distinct, la propagation par contagion était presque impossible.

Outre les conditions de milieu qui amènent fatalement la production de l'infection purulente, il existe cependant quelques conditions individuelles qui favorisent évidemment sa manifestation. Les maladies peuvent être considérées comme des germes qui se développent plus ou moins, suivant le terrain qui les reçoit. L'infection purulente est rare chez certains animaux, tels que les chiens, les bœufs, les cochons, les oiseaux surtout, dont la force plastique est considérable et dont les plaies guérissent habituellement sans suppuration; elle est commune, au contraire, chez les animaux tels que les moutons, les chevaux, dont les plaies présentent une grande tendance à la suppuration. Une atmosphère impure, les fatigues, une mauvaise nourriture, la faiblesse constitutionnelle ou acquise, sont les conditions qui contribuent le plus à

désinfectants les plus énergiques, tels que ceux à l'alcool et à l'acide phénique par exemple.

La mortalité considérable qui sévit dans les hôpitaux en temps de paix comme en temps de guerre est la condamnation absolue de ces établissements. Ils sont destinés à disparaître de chez tous les peuples civilisés et à être remplacés, comme l'ont fait les Américains pendant leur longue guerre, par des baraques complétement isolées *, ne contenant que quelques malades chacune et

diminuer la plasticité du sang chez l'homme et à favoriser la production de cette affection. La diète à laquelle on soumettait si uniformément les blessés autrefois les plaçait par conséquent dans les conditions les moins propices pour une rapide cicatrisation des plaies et, par suite, les plus favorables pour le développement de la maladie dont nous étudions l'histoire.

Le régime a, en réalité, une influence considérable sur la vie des opérés et des blessés. Un de nos chirurgiens des hôpitaux de Paris qui perdent le moins de malades, le docteur Péan, attribue en grande partie le succès de ses opérations au soin qu'il prend de nourrir et fortifier ses opérés. Outre une bonne nourriture, ces derniers reçoivent journellement 100 à 200 grammes d'eau-de-vie, quantité qu'il porte graduellement jusqu'à un litre quand le chiffre des pulsations s'élève au dessus de 100 par minute. Ils reçoivent également de 20 centigrammes à 2 grammes de sulfate de quinine par jour, suivant que le pouls est plus ou moins élevé. Le membre blessé est soigneusement immobilisé, notamment dans l'articulation, au moyen de feuilles de ouate recouvertes de bandes métalliques, appareil qu'on renouvelle le plus rarement possible. La plus minutieuse propreté est en outre exigée des personnes qui concourent au pansement.

***Description des tentes et baraques-hôpitaux américaines.** — L'essai de ces établissements hospitaliers a été tenté pendant le siége de Paris. Des baraques avaient été établies dans le jardin du Luxembourg par M. Michel Lévy, et des tentes dans l'avenue de l'Impératrice par une Société de médecins américains. Nous renverrons, pour la description des baraques, à celle publiée par leur auteur, et ne parlerons ici que des tentes. Elles ont donné des résultats excellents et prouvé d'une façon évidente l'économie de ces petits hôpitaux et la facilité de les employer partout, même par les hivers les plus rigoureux. Chaque tente, contenant dix-huit malades, ne coûtait que 500 francs. Les parois étaient formées de deux lames d'un tissu de coton imperméable à l'eau, séparées l'une de l'autre par un intervalle de 10 centimètres. Tout autour de la tente était creusée, pour l'écoulement des eaux, une rigole, dont la terre était rejetée sur ses bas-côtés. Afin d'établir une température égale, on chauffait le sol, formé simplement d'un plancher à claire-voie. A cet effet, avant de placer le plancher, on avait creusé dans toute la longueur de la tente une tranchée de 40 centimètres de largeur, qui se terminait en dehors de la porte d'entrée par un trou de $1^{m},50$, dans lequel était placé un poêle dont le tuyau de fumée allait aboutir à une cheminée d'appel établie à l'autre extrémité, au bout opposé de la tente. Par ce moyen, la température était très-uniforme et la ventilation complète, tandis qu'avec les poêles ordinaires le sol reste froid et humide et il existe entre la température du haut et celle du bas de la salle des différences qui dépassent quelquefois 10 degrés. Dans l'hiver de 1870, où la température fut pendant quelque temps

établies assez économiquement pour qu'on n'hésite pas à les détruire immédiatement lorsque quelque épidémie s'y est manifestée. Les médecins américains admettent même que l'hôpital le mieux construit est tellement imprégné de miasmes délétères au bout de cinq à six ans qu'il faut toujours le démolir.

C'est grâce à l'adoption de ce système que les Américains sont arrivés à ne perdre que 8 p. 100 de leurs malades pendant la terrible guerre de la sécession. Bien ignorant ou bien coupable qui ne voudrait profiter d'un pareil enseignement !

Moyen d'obtenir la quantité d'air nécessaire à la respiration. L'air d'une salle où se trouvent des êtres vivants étant rapidement vicié par la respiration, il faut qu'une certaine quantité d'air empruntée au dehors vienne constamment le ramener à sa composition normale.

On est loin d'être parfaitement fixé sur le volume d'air nécessaire à un individu. D'après le général Morin, dont les travaux sur la matière font autorité, il faut, dans les hôpitaux, 80 mètres cubes d'air par individu et par heure; dans les casernes, 60 mètres cubes; dans les écoles, 30 mètres cubes, et pour un individu isolé, 20 mètres cubes. Nous avons trouvé une règle beaucoup plus simple que tous les calculs pour savoir d'une façon certaine si une pièce contient ou reçoit le volume d'air suffisant aux besoins de la respiration. Elle peut se formuler de la façon suivante :

Toute pièce qui, après avoir été habitée quelques heures, présente de l'odeur pour une personne venant du dehors, est insuffisamment

de 10° au-dessous de 0, la température intérieure des tentes se maintint toujours de 12° à 15°. Nous les avons visitées plusieurs fois et, chose exceptionnelle dans une salle de blessés, nous n'y avons jamais senti la moindre odeur. Pendant la guerre américaine, on fit usage de baraques construites sur le même principe : peu de malades dans chacune et ventilation abondante. Le grand hôpital Lincoln à Washington était composé de vingt baraques en bois, isolées l'une de l'autre, disposées parallèlement sur les deux côtés d'une sorte de V. Les poêles, au lieu d'être à l'extérieur, comme dans les tentes que nous avons décrites, étaient à l'intérieur. Chaque poêle était entouré d'une double enveloppe, et l'air frais était puisé à l'extérieur par un canal passant sous le plancher. L'hôpital d'Hammond, situé à la jonction du Potomac et de la baie de Chesapeake, était formé de seize pavillons placés en rayons autour d'un cercle.

ventilée, et son séjour — nuisible seulement à la longue pour les individus en bonne santé — est rapidement dangereux pour des malades et surtout pour des blessés.

Sans doute, dans une salle de bal, de festin etc., diverses odeurs pourront masquer celle qui se dégage du corps, mais des cas pareils sont des exceptions et, du reste, l'élévation de la température produite par les lampes et les bougies force bien vite les assistants à ouvrir les portes ou les fenêtres et, par suite, à renouveler l'air par un moyen quelconque.

Il est évident que, plus une pièce sera grande, plus lentement sera vicié l'air qu'elle contient; cependant, si cet air n'est pas renouvelé, il sera altéré très-vite, car les produits de la respiration se diffusent rapidement dans toutes les parties de l'atmosphère. En admettant, avec M. Béclard, qu'il ne faut que 10 mètres cubes d'air par individu et par heure, évaluation bien inférieure à celle du général Morin et que nous considérons, du reste, comme tout à fait insuffisante*, on ne saurait conclure, avec ce savant physiologiste, que l'air contenu dans un espace de 240 mètres cubes complétement clos puisse suffire à un individu isolé pendant vingt-quatre heures, attendu que dès les premières heures de séjour cet espace serait vicié par les produits de la respiration.

La plupart des appartements des grandes villes sont fort loin d'avoir une dimension suffisante pour les besoins de la respiration, et cependant les appareils nécessaires pour les ventiler y font complétement défaut. En attendant que l'étude des lois de l'hygiène fasse partie de l'éducation des propriétaires et des architectes, on doit considérer comme une règle d'une utilité capitale d'ouvrir fréquemment et le plus largement possible les fenêtres des pièces où l'on a séjourné quelque temps, les chambres des malades notamment. Avec un poêle chauffant bien, une fenêtre peut être très-longtemps ouverte sans que la température d'une pièce se refroidisse

* Dans des expériences faites à l'hôpital Beaujon on a constaté que quand les malades recevaient 50 mètres cubes d'air par individu et par heure, on percevait dans les salles une odeur très-sensible; ce n'est que lorsqu'ils en recevaient 70 que cette odeur disparaissait.

sensiblement, et si on peut reprocher à ce moyen de n'être pas économique, il a au moins le mérite d'être efficace.

Tous les appareils de ventilation actuellement en usage peuvent se diviser en deux classes : les uns, dans lesquels l'air intérieur est aspiré au moyen d'un foyer; les autres, dans lesquels l'air vicié est chassé sous la pression d'une masse d'air pur lancée par un moteur mécanique dans la pièce qu'on veut assainir. Les premiers sont généralement employés dans les théâtres, les salles de réunion, les hôpitaux; les seconds dans les mines, les usines etc.

La ventilation au moyen d'un foyer, c'est-à-dire la ventilation *par appel*, est habituellement réalisée en faisant communiquer toutes les pièces de la maison à ventiler avec le tuyau d'une cheminée traversant toute la hauteur de l'édifice et dont le foyer est placé dans les combles ou dans les caves. Par suite de la différence de densité entre l'air chaud de la cheminée et l'air froid du dehors il se fait, par le tuyau, un appel continuel de l'air de l'édifice, dont le renouvellement est d'autant plus rapide que la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur est plus élevée.

Dans les pièces chauffées par des cheminées il se fait une ventilation analogue par les ouvertures des portes et fenêtres; mais si ces foyers constituent un système de ventilation excellent, ils ont l'inconvénient de constituer un mode de chauffage aussi imparfait que possible et en même temps fort coûteux. L'été, les cheminées sont inutiles, bien qu'on puisse cependant obtenir une légère ventilation en plaçant dans leur intérieur, à une certaine hauteur, un bec de gaz ou une lampe allumés. Si les maisons étaient construites de façon que la prise d'air pût se faire à volonté dans les caves, dont la température ne dépasse guère, comme on sait, 10°, on aurait ainsi un excellent moyen de rafraîchir pendant les chaleurs l'air des appartements.

La ventilation au moyen de moteurs mécaniques, c'est-à-dire la ventilation *par refoulement*, est le système le plus économique quand l'édifice à ventiler possède un moteur; mais dans les maisons ordinaires son application entraînerait à des frais trop élevés.

Que la ventilation se fasse par appel ou par refoulement, l'air

pur peut être amené dans la pièce dont on veut renouveler l'atmosphère, par le haut, ce qui constitue la *ventilation renversée*, ou, au contraire, par le bas, ce qu'on nomme la *ventilation naturelle*. Dans le premier cas, l'air vicié sort par des ouvertures établies au niveau du plancher; dans le second, il s'échappe par des orifices pratiqués au plafond. La ventilation dite *naturelle* possède, outre l'inconvénient de produire des courants d'air froid au niveau du sol, celui de renouveler l'air incomplétement et de soulever constamment les poussières et les miasmes que leur densité tend à maintenir au niveau du plancher. Après l'avoir expérimentée à la Chambre des communes à Londres, à l'ancienne salle des sénateurs à Paris, on a été obligé d'y renoncer. Personne n'ignore, du reste, qu'il est beaucoup plus salubre d'avoir la tête froide et les pieds chauds, que la tête chaude et les pieds froids.

Pour les hôpitaux, un appareil ventilateur parfait est encore à trouver. A Lariboisière, cet hôpital splendide, si justement nommé le *Versailles de la misère*, les appareils les plus compliqués ont été mis en usage, et cela sans grand succès, si on en juge par la mortalité élevée qui y sévit toujours.

En Angleterre, où on a renoncé aux grands hôpitaux, ou du moins aux grandes salles d'hôpital, les appareils ventilateurs sont devenus beaucoup moins nécessaires. Chaque salle contient peu de malades et les fenêtres y sont jour et nuit presque constamment ouvertes*, ce qui n'empêche nullement, du reste, d'éviter soigneuse-

* L'expérience des Anglais s'est définitivement prononcée en faveur de ce système de ventilation, qui est évidemment excellent, mais je doute qu'on réussisse jamais à le faire adopter en France, où les préjugés sur ce point sont fort tenaces. Je l'ai appliqué, autant qu'il m'était possible, à la ventilation des salles de malades qui m'ont été confiées pendant le siége de Paris, et c'est à son adoption, autant qu'à la possibilité que j'ai eue de nourrir les soldats à ma guise, que j'attribue de n'avoir perdu qu'un peu plus de 6 p. 100 de mes malades. Les deux salles dont je dirigeais le service ont reçu pendant les cinq mois qu'ont duré mes fonctions (du 24 octobre 1870 au 18 mars 1871) 161 malades. 11 seulement, d'après les registres tenus par l'officier comptable, ont succombé; les autres sont sortis guéris. Cette mortalité, très-inférieure à celle des hôpitaux de Paris, même en temps de paix, est d'autant plus minime que ces soldats, très-affaiblis par la vie des tranchées, d'où ils arrivaient directement, et la mauvaise nourriture, étaient presque tous atteints d'affections fort graves : fièvre typhoïde, dyssenterie et maladies aiguës de poitrine notamment.

ment les courants d'air et le refroidissement des malades. Bon feu et fenêtres ouvertes, tel est encore le meilleur système de ventilation.

En joignant à un air pur de la lumière et une bonne nourriture ou plutôt une nourriture bien choisie, on aura placé les malades dans les meilleures conditions pour les conduire rapidement à la guérison. Sans doute, les remèdes sont très-souvent utiles ; mais, sans hygiène, cette utilité est absolument nulle.

§ 2.

EFFETS PRODUITS PAR LA PRIVATION COMPLÈTE DE L'AIR. ÉTUDE DE L'ASPHYXIE.

Résistance des divers animaux à l'asphyxie. Tous les êtres vivants dont on suspend la respiration, soit en les plongeant dans le vide, soit en les plaçant dans une atmosphère irrespirable ou confinée, soit encore en empêchant l'arrivée de l'air à leurs poumons, meurent plus ou moins vite, mais finissent toujours par mourir. Dans une atmosphère confinée, les êtres supérieurs succombent dès que l'air ne contient plus que 10 à 15 p. 100 d'oxygène.

Chez divers animaux à sang froid, tels que les grenouilles par exemple, la mort n'arrive que quand la proportion d'oxygène s'est abaissée à 3 p. 100. Les mollusques, d'après Vauquelin, et les poissons, d'après Gréhant, jouiraient seuls de la propriété d'absorber tout l'oxygène contenu dans le milieu qu'ils respirent.

Le temps pendant lequel les animaux peuvent supporter la privation absolue d'air est proportionnel à l'activité de leur respiration. Les êtres supérieurs placés sous une cloche dans laquelle on a fait le vide meurent en moins de deux minutes; les salamandres et les grenouilles y vivent deux ou trois heures ; les abeilles plus de vingt-quatre heures; certains insectes peuvent y rester huit jours.

Le besoin d'oxygène et, par suite, l'inaptitude à supporter la privation complète de ce gaz sont en rapport avec l'activité des fonctions de l'animal. Les animaux hibernants se contentent, quand ils sont engourdis, d'une proportion d'oxygène fort minime et peu-

vent vivre dans une atmosphère assez privée de ce gaz pour qu'ils y meurent immédiatement si on vient à les y réveiller*.

Les animaux plongés dans une atmosphère qui s'altère graduellement semblent jouir de la propriété d'accommoder lentement leurs dépenses aux ressources dont ils disposent et vivent plus longtemps qu'un animal de même espèce qu'on y plonge brusquement après qu'elle a perdu une notable partie de son oxygène. Si l'on place un oiseau sous une cloche dont l'air n'est pas renouvelé, et qu'après l'y avoir laissé séjourner assez de temps pour altérer l'air de cette cloche, on y introduise un autre oiseau, ce dernier sera asphyxié immédiatement, tandis que le premier donnera simplement quelques signes de malaise et continuera à vivre encore quelque temps.

Symptômes qui précèdent ou accompagnent l'asphyxie. Qu'on prive d'air un animal en le plongeant dans le vide ou dans

* **Résistance des animaux adultes et nouveau-nés à l'asphyxie par submersion.** — Voici, daprès M. P. Bert, le temps pendant lequel peuvent vivre divers animaux lorsqu'on les empêche de respirer en les plongeant sous l'eau :

Chien	4 min.	25 secondes.
Chat	2	55
Lapin	3	»
Rat	3	»
Canard	12	»
Poule	3	31
Pigeon	1	16
Moineau	»	37
Alouette	»	35

Chez l'homme, la mort se produit probablement au bout de 4 minutes environ. Le temps maximum pendant lequel les plongeurs les plus exercés restent sous l'eau ne dépasse pas 3 minutes.

Les mammifères nouveau-nés supportent bien plus longtemps que les adultes la privation de l'air. Immédiatement après leur naissance ils résistent plus d'une demi-heure à l'immersion. Cette résistance diminue graduellement, et le cinquième jour elle s'est déjà réduite de moitié. C'est par cette faculté qu'on peut expliquer comment des enfants retrouvés dans des pièces d'eau ou des fosses d'aisance un temps assez long après leur naissance ont pu être ramenés à la vie.

On n'est pas d'accord sur les causes de la résistance des nouveau-nés à l'asphyxie. Plusieurs auteurs l'attribuent, avec Bérard, à l'existence du trou de Botal et du canal artériel, dont la persistance dans les premiers temps qui suivent la naissance faciliterait la circulation en dispensant le sang de traverser les poumons. Bert l'attribue à ce que, les tissus des animaux nouveau-nés consommant à poids égal une quantité d'oxygène très-inférieure à celle consommée par les animaux adultes, la privation d'oxygène leur serait moins nuisible qu'à ces derniers.

une atmosphère confinée, ou bien en empêchant le jeu de ses poumons par la compression de la trachée par exemple, ou encore en le plaçant sous l'eau, le résultat final sera toujours une mort plus ou moins rapide; mais les symptômes qui la précèderont dans ces divers cas seront très-différents.

Si l'animal est dans une atmosphère confinée ou dans une atmosphère composée d'un gaz impropre à entretenir la respiration, comme le protoxyde d'azote ou l'hydrogène par exemple, ses poumons se remplissent d'air impur, mais rien ne les empêche de fonctionner, et la mort sera précédée — point essentiel, reconnu par un très-petit nombre d'observateurs — d'une longue anesthésie; la perte de la connaissance et de la sensibilité sera alors même assez complète pour qu'on puisse pratiquer sur l'animal toute espèce d'opération sans qu'il manifeste de douleur *. Ce mode d'asphyxie se produit donc sans souffrance.

Il en est tout autrement chez l'animal qu'on asphyxie en le plongeant sous l'eau. Sans doute, l'insensibilité dont nous avons parlé finit toujours par se produire; mais elle est alors précédée d'un sentiment d'angoisse des plus pénibles, dû à l'impuissance des efforts que fait la poitrine pour se dilater, sentiment dont il est facile de se rendre compte en essayant de rester quelque temps sans respirer.

Le même sentiment d'angoisse se produit dans l'asphyxie par étranglement; mais alors la mort est due, non-seulement au défaut d'air, mais encore à la compression exercée par les doigts sur les nerfs laryngés, branches du pneumogastrique, dont l'ex-

* **Possibilité de substituer l'anesthésie par l'asphyxie graduelle à l'anesthésie par le chloroforme.** — En voyant la possibilité d'abolir la sensibilité des animaux en leur enveloppant complétement la tête d'un sac imperméable, de façon à leur faire respirer le produit de leur respiration, c'est-à-dire un air qui, n'étant pas renouvelé, s'altère progressivement, je me suis souvent demandé si ce moyen d'anesthésie ne serait pas supérieur à l'éther et au chloroforme, qui ont si souvent déterminé la mort. Il est au moins certain que dans les cas où on se trouverait dans l'impossibilité de se procurer un des anesthésiques habituels, on pourrait avoir utilement recours à cette méthode. Ce n'est, du reste, qu'à l'asphyxie qu'ils produisent que certains gaz, tels que le protoxyde d'azote, doivent leurs propriétés anesthésiques. La teinte bleuâtre que prennent rapidement les muqueuses des malades soumis à leur inhalation en est certainement la preuve.

citation a pour résultat de suspendre les mouvements respiratoires.

Quel que soit le mode d'asphyxie qui a déterminé la mort, les phénomènes ultimes qu'elle produit sont habituellement les mêmes : la face se congestionne et bleuit, les muqueuses prennent cette teinte livide que présentent les lèvres des noyés, et à l'autopsie on trouve tout le système veineux et les capillaires gorgés de sang.

A quelle cause faut-il attribuer la mort par privation d'air respirable? C'est ce que nous allons essayer maintenant de faire comprendre en étudiant le mécanisme de l'asphyxie.

Mécanisme de l'asphyxie. L'oxygène étant, comme nous le savons, indispensable au fonctionnement des organes, et le sang ne pouvant emmagasiner qu'une quantité très-minime de ce gaz, il faut que les poumons en absorbent constamment des quantités nouvelles. Si la respiration et, par suite, l'introduction de l'oxygène sont suspendues, les tissus perdent graduellement leur vitalité, et leurs fonctions cessent bientôt.

Mais la respiration n'a pas pour but unique d'introduire de l'oxygène dans le sang, elle a encore pour fonction essentielle de dépouiller ce liquide des résidus gazeux, tels que l'acide carbonique et la vapeur d'eau, produits par l'usure des tissus. Ces produits de la sécrétion pulmonaire, n'ayant pas, comme ceux de la sécrétion rénale, un réservoir où ils puissent, de même que l'urine dans la vessie, séjourner pendant quelque temps en attendant leur expulsion définitive, doivent être immédiatement rejetés au dehors. Si les fonctions des poumons sont suspendues, ils s'accumulent dans le sang et contribuent à amener la mort, comme le fait, à la suite de la suppression de la fonction rénale, l'accumulation des principes de l'urine dans ce liquide.

Ainsi, quand la respiration est suspendue, deux causes interviennent pour amener la mort : la suppression de l'oxygène, d'une part, et, de l'autre, l'accumulation dans le sang des produits gazeux destinés à être rejetés au dehors.

Le sang ainsi privé d'oxygène et chargé d'acide carbonique se transforme rapidement en sang veineux, et peu d'instants après la

suppression de la respiration, tous les vaisseaux, veines et artères, ne charrient plus que ce dernier liquide. Il suffit de comprimer la trachée d'un animal et d'ouvrir une artère pour voir le sang perdre graduellement sa coloration rouge et revêtir une teinte noirâtre de plus en plus foncée.

Mais le sang veineux est privé de propriétés vivifiantes et nous savons qu'aucun organe ne peut fonctionner qu'autant que du sang artériel baigne constamment ses éléments. Nous avons vu qu'il suffit de comprimer quelques minutes l'artère principale d'un membre pour que la sensibilité et le mouvement de ce membre soient suspendus pendant la durée de la compression. Le cœur n'envoyant aux différents organes et ne recevant plus lui-même qu'un liquide de moins en moins apte à entretenir sa vitalité, toutes les fonctions des tissus se ralentissent graduellement pour bientôt s'éteindre. Le cerveau cesse de fonctionner, la sensibilité est abolie, la circulation se ralentit, et ce ralentissement — dans l'asphyxie par obstruction des voies respiratoires — est favorisé par l'affaissement partiel des poumons, qui entrave la circulation dans les capillaires. Le cœur, l'*ultimum moriens*, en raison de sa vitalité énergique, lutte quelque temps encore; mais, comme il est privé, de même que les autres tissus, de son stimulant naturel, le sang artériel, ses battements se ralentissent, la circulation devient de moins en moins active, les capillaires se congestionnent, les globules se soudent entre eux et se déforment. Finalement, la circulation s'arrête. Le cœur, ou plutôt une partie de cet organe, bat encore pendant quelque temps *, mais bientôt cesse complétement de fonctionner, et l'animal est mort.

Ce n'est pas uniquement, sans doute, à l'action du sang noir sur le cœur que sont dus le ralentissement de ses battements et l'arrêt de la circulation qui en est la conséquence, car, indépendamment de tout excitant, cet organe peut battre un temps relativement fort long. Je crois qu'une des principales causes de son arrêt doit être la difficulté qu'il éprouve, surtout étant déjà affaibli, à forcer les globules sanguins déformés et soudés entre eux par suite du ra-

* En ouvrant chez un animal asphyxié une grosse artère, on constate facilement que l'écoulement du sang s'arrête bien avant que les battements du cœur aient cessé.

lentissement de la circulation à franchir les capillaires, ceux du poumon notamment. La congestion considérable des vaisseaux veineux et des cavités droites du cœur, rapprochée de l'état de vacuité relative des artères, prouve bien que c'est dans le poumon que se trouve la cause réelle de l'arrêt de la circulation, l'obstacle que, malgré ses efforts, le cœur est impuissant à vaincre.

Troubles de la respiration et phénomènes asphyxiques dans les maladies. L'asphyxie est de tous les états pathologiques celui qu'en réalité on observe le plus fréquemment; elle est le genre de mort le plus commun, celui qui termine le plus grand nombre de maladies. Rarement on meurt de l'affection dont on est atteint; à une certaine période de la maladie, l'asphyxie, dont le râle des mourants est l'attristant symptôme, vient en précipiter le terme.

L'étude des troubles respiratoires dans toutes les maladies étant trop longue, nous ne nous occuperons que des affections où on les rencontre le plus fréquemment, c'est-à-dire celles du poumon. Dans les maladies du cœur, l'asphyxie est également fort commune, mais nous nous sommes suffisamment occupé de son mécanisme dans le chapitre consacré à la physiologie des troubles de la circulation.

La plus commune des maladies du poumon, la simple *bronchite*, c'est-à-dire l'affection vulgairement désignée sous le nom de *rhume de poitrine*, peut, lorsqu'elle est intense, occasionner un embarras dans la respiration, résultant de l'obstruction des bronches produite par le gonflement de la muqueuse et par le liquide visqueux qu'elle sécrète; mais ce n'est que lorsque l'inflammation et la congestion atteignent les dernières ramifications des bronches (*bronchite capillaire*) que la gêne de la respiration et l'asphyxie consécutive se manifestent avec intensité. L'air n'arrive qu'avec difficulté dans les alvéoles pulmonaires, l'échange des gaz ne se fait plus et, malgré les efforts du malade, qui précipite instinctivement ses mouvements respiratoires pour augmenter le volume d'air que ses poumons reçoivent, il finit souvent par succomber à une asphyxie plus ou moins rapide.

La *bronchite chronique* des vieillards n'atteint pas, généralement, les petites bronches et cependant parfois elle peut déterminer l'asphyxie; c'est ce qui arrive, par exemple, chez les individus débilités, dont les muscles bronchiques, devenus inertes, ne peuvent plus expulser les mucosités que les bronches contiennent. Les malades sont alors, en réalité, noyés dans leurs crachats.

Dans la *pneumonie* ou *fluxion de poitrine*, la gêne de la respiration est produite par la congestion des vaisseaux pulmonaires, dont la turgescence empêche les alvéoles de recevoir de l'air en quantité suffisante. L'exsudation qu'elles contiennent à la suite de cette congestion contribue encore à diminuer la surface respirante. La douleur que ressent le malade en respirant profondément l'oblige à diminuer l'amplitude des mouvements respiratoires et à y suppléer par leur nombre, qui dépasse souvent alors quarante par minute. Malheureusement ces obstacles coïncident précisément avec le besoin d'une absorption plus abondante d'air, car la fièvre qui accompagne cette affection augmente l'oxydation des tissus, par suite, la formation d'acide carbonique et, par conséquent, le besoin d'oxygène. Quand la fièvre disparaît, la gêne de la respiration diminue considérablement, non parce que la congestion pulmonaire a cessé, mais uniquement parce que, le besoin de respiration étant moindre, la quantité d'air introduite dans les poumons devient à peu près suffisante; c'est pour cette raison sans doute que le froid, qui calme la fièvre, diminue aussi la gêne de la respiration. L'application sur la poitrine de serviettes trempées dans l'eau froide et tordues, qu'on remplace toutes les cinq minutes, moyen indiqué par Niemeyer, est fort rationnelle. La saignée agit comme le froid en abaissant la température et en diminuant la fièvre; mais, comme elle affaiblit beaucoup le malade, déjà affaibli par la maladie, elle augmente ses chances de mort. Il faut proscrire également tout ce qui nécessiterait une respiration plus active, comme les mouvements, l'usage de la parole, les efforts, etc.

Dans la *pleurésie*, inflammation de la plèvre accompagnée d'un épanchement de liquide dans le sac qui la constitue, la gêne de la respiration est proportionnelle au volume de l'épanchement. Quand

il est considérable, la pression qu'il exerce sur le poumon est assez forte pour empêcher cet organe de fonctionner, et l'asphyxie arrive rapidement, à moins qu'on ne s'empresse de frayer un chemin au liquide. Cette opération, déjà connue du temps d'Hippocrate, tend de plus en plus à entrer dans la pratique journalière.

La douleur que produit aux individus atteints de pleurésie le glissement l'un sur l'autre des feuillets de la plèvre enflammée les force à diminuer beaucoup la profondeur des mouvements respiratoires, et, par suite, augmente encore la gêne de la respiration.

La mort rapide qui accompagne les *congestions pulmonaires* est également produite par l'asphyxie. Les congestions considérables ont pour résultat une transsudation séreuse abondante dans les alvéoles, qui se remplissent de liquide et ne peuvent plus recevoir d'air, d'où résulte l'arrêt rapide de la respiration.

La gêne de la respiration qu'on observe à une certaine période de la *phthisie pulmonaire* tient à plusieurs causes, notamment au remplissage et à la destruction des alvéoles et des petites bronches par les granulations tuberculeuses, au catarrhe qui accompagne la maladie et a pour résultat de rétrécir les bronches, et enfin à l'obstruction des rameaux de l'artère pulmonaire à mesure que les tubercules se développent. Elle a, comme dans les affections précédentes, pour conséquence l'accélération des mouvements respiratoires; la fréquence habituelle de ces derniers est même un des meilleurs signes de cette maladie. Il n'est pas habituel cependant dans la phthisie de voir le malade succomber à l'asphyxie produite par la gêne de la respiration. L'affaiblissement dû à la fièvre continuelle, à la diarrhée, aux sueurs nocturnes, est la cause principale de la terminaison fatale de la maladie. Dans sa dernière période, les dépenses de l'organisme deviennent de plus en plus inférieures à ses recettes, et ce défaut d'équilibre finit forcément par amener la mort. On comprend dès lors la nécessité de donner aux phthisiques une nourriture aussi substantielle que possible (lait et corps gras notamment), en ayant soin de ne négliger aucun moyen de stimuler leur appétit et de les faire digérer.

L'huile de foie de morue, si employée en pareil cas, n'agit probablement que comme matière alimentaire d'une richesse considérable sous un petit volume.

Le *pneumothorax* ou accumulation d'air dans la plèvre, affection fort rare, a pour résultat les épanchements liquides entre les parois de cette membrane, la compression du poumon et l'asphyxie. Si la plaie qui a permis l'introduction de l'air a les bords irréguliers et susceptibles de former soupape, de façon à permettre à l'air d'entrer dans la plèvre, mais non d'en sortir, le thorax se gonfle de plus en plus à chaque inspiration et finit par acquérir, du côté atteint, un volume énorme. La plèvre, gonflée comme une vessie, comprime le poumon et l'empêche de fonctionner. Le poumon du côté sain peut seul alors respirer, et encore respire-t-il mal, en raison de la congestion et de l'œdème consécutifs à la compression que subissent les vaisseaux pulmonaires du côté atteint. Cette compression fermant, en effet, au cœur la moitié de ses canaux d'écoulement, l'autre moitié reçoit une surcharge qui détermine une congestion considérable.

Les blessures de la plèvre qui permettent l'introduction de l'air dans cette membrane peuvent se faire de dehors en dedans, ce qui arrive, par exemple, à la suite d'un coup d'épée, d'une fracture de côte, etc., ou de dedans en dehors, comme lorsqu'un abcès du poumon tend à s'ouvrir à l'extérieur; ce n'est que dans ce dernier cas que l'air introduit dans le poumon par la respiration pourrait pénétrer dans la cavité de la plèvre; mais, en réalité, il y pénètre fort rarement.

L'*emphysème pulmonaire*, c'est-à-dire la dilatation du poumon par l'air, dilatation qui porte quelquefois sur le tissu séparant les lobules, mais a le plus souvent son siége dans les alvéoles elles-mêmes, se manifeste à la suite d'efforts, de fatigues de l'appareil vocal, d'expirations violentes, comme, par exemple, celles que peut nécessiter le jeu d'un instrument à vent, etc., ou lorsque, un certain nombre d'alvéoles étant oblitérées, celles qui restent doivent remplir les fonctions des premières.

La dilatation des lobules du poumon a pour résultat la compres-

sion des vaisseaux pulmonaires, l'atrophie de plusieurs d'entre eux et, par suite, la diminution des points de contact entre le sang et l'air, ce qui, naturellement, restreint la surface respirante et produit la gêne de la respiration. La compression du tissu pulmonaire lui ayant fait perdre de son élasticité, l'expiration, malgré les efforts fatigants de tous les muscles expirateurs, n'est pas complète, et l'air des alvéoles ne se renouvelle pas suffisamment, ce qui fait que le malade est dans le cas d'une personne respirant un air incomplétement renouvelé, c'est-à-dire s'asphyxie lentement.

L'*asthme* peut être mis au premier rang des affections déterminant les troubles de la respiration en apparence les plus profonds. Les accès d'asthme peuvent être considérés, en réalité, comme des accès d'asphyxie. Ils sont déterminés chacun par la convulsion des muscles bronchiques et inspirateurs, probablement consécutive à l'excitabilité anormale des centres nerveux respiratoires. De cette convulsion résultent, d'une part, le rétrécissement spasmodique des bronches et, par suite, la diminution du volume d'air qui y pénètre; et de l'autre, l'abaissement du diaphragme, ce qui maintient le thorax dilaté et fixé dans la position de l'inspiration. Les poumons sont pleins d'air, mais d'un air qui ne peut se renouveler qu'au prix des efforts violents que fait le malade pour augmenter la dilatation de la poitrine. La contraction des bronches nécessite également des efforts pour vider les poumons et rend l'expiration prolongée. Ce n'est probablement que quand l'intoxication du malade par l'acide carbonique accumulé dans le sang commence à se produire que les muscles contractés se relâchent et que les accidents disparaissent.

Il est facile de prévoir que l'augmentation de la pression de l'atmosphère doit rendre les accès de l'asthme moins pénibles en rendant plus considérable, pour le même volume d'air introduit dans les poumons, la quantité d'oxygène qu'il contient. On observe, en effet, que les asthmatiques sont très-soulagés par le séjour dans une atmosphère comprimée.

L'asphyxie par convulsion des muscles respiratoires qu'on ob-

serve dans le tétanos est une sorte d'accès d'asthme prolongé. Il n'est généralement funeste qu'en raison même de sa durée.

Nous mentionnerons enfin parmi les troubles de la respiration les plus communs, l'*asphyxie par écume bronchique*, c'est-à-dire par accumulation de liquide dans les bronches. Ce mode d'asphyxie constitue, comme nous l'avons dit plus haut, la période ultime de la plupart des maladies et est le genre de mort le plus fréquent. Malheureusement, si nous en connaissons très-bien les effets, nous n'en connaissons que fort imparfaitement les causes et nous ignorons absolument les moyens de le combattre.

APPRÉCIATION PHYSIOLOGIQUE DES DIVERSES MÉTHODES DE TRAITEMENT EN USAGE CONTRE L'ASPHYXIE.

Toutes les méthodes de traitement auxquelles on a recours contre l'asphyxie doivent avoir pour but final de ranimer la circulation et la respiration. Quand la circulation n'est pas complétement suspendue, on agit utilement sur elle en oxygénant le sang par l'introduction de l'air dans les poumons; mais, quand elle s'est arrêtée, cette introduction est absolument sans effet; car, le sang ne circulant plus, les globules immobiles ne peuvent aller chercher dans les poumons pour le porter aux organes l'oxygène dont ces derniers ont besoin. C'est donc uniquement sur le cœur qu'il faut alors agir. Nous allons comprendre l'utilité de ces principes en faisant l'examen physiologique des diverses méthodes en usage contre l'asphyxie; examen fort utile en présence de l'obscurité qui règne encore à ce sujet dans les ouvrages classiques.

Insufflation pulmonaire. — L'idée d'insuffler de l'air dans les poumons des noyés et des asphyxiés était déjà connue du temps de Vésale. Les appareils proposés pour la réaliser sont fort nombreux. Le plus simple de tous est le soufflet ordinaire; on introduit le tube qui le termine dans une des narines, en appliquant la main sur l'autre et sur la bouche, de manière à les fermer complétement pendant qu'on remplit d'air le poumon. Quand cet organe est plein, il suffit d'ouvrir la bouche pour qu'il se vide immédiatement. On répète cette opération quinze ou seize fois environ par minute.

Cet appareil a été remplacé par un soufflet double, dont on introduit l'extrémité dans une des narines, comme précédemment, et dont l'intérieur est disposé de façon que, toutes les fois que l'instrument se dilate, un de ses compartiments se remplit d'air atmosphérique et l'autre d'air venant des poumons. C'est d'un instrument de cette sorte, mis en mouvement par un moteur, que se sert Claude Bernard dans ses expériences.

Le plus simple et le plus portatif des appareils imaginés pour pratiquer l'insufflation pulmonaire est celui dû au physiologiste anglais W. Richardson*. Il consiste en deux poires de caoutchouc terminées par un tube commun qu'on introduit dans une

* J'ai trouvé la description et la figure de cet appareil, encore inconnu en France, dans un mémoire de Richardson, publié en 1870 dans le *Medical Times and Gazette*, sous ce titre : *On artificial respiration*.

narine, l'autre, ainsi que la bouche, étant fermée. Les poires sont munies de soupapes disposées de façon que lorsque, après avoir été comprimées, on les laisse se gonfler, l'une se remplit d'air du dehors et l'autre d'air du poumon. En les faisant fonctionner alternativement, on vide et on remplit à volonté la poitrine.

Les anciennes expériences d'Albert, répétées par M. Perrin et divers expérimentateurs, ont prouvé que l'air insufflé par le nez ou la bouche, au lieu de se rendre dans les poumons, va en presque totalité dans l'estomac, dont le gonflement et l'évacuation alternatifs simulent la respiration, et que, même en comprimant le cartilage thyroïde de façon à aplatir l'œsophage, on n'évite pas complétement cet inconvénient.

Le seul moyen de faire pénétrer sûrement l'air dans les poumons quand on veut pratiquer l'insufflation pulmonaire est de placer dans le larynx le tube qui termine l'appareil insufflateur. On y arrive en le faisant glisser le long d'un doigt introduit assez profondément dans la bouche pour que son extrémité recourbée en crochet puisse soulever l'épiglotte. Mais c'est là une opération qui, chez l'homme, est loin d'être facile, malgré les divers spéculums imaginés à cet effet.

En vue d'arriver rapidement et sûrement dans le larynx de jeunes animaux sur lesquels je faisais des expériences, j'ai autrefois fait construire une sonde d'acier creuse, terminée à l'une de ses extrémités par une sorte de biseau très-aigu que j'enfonçais à travers les parois du cou dans la trachée. L'autre extrémité communiquait par un tube en caoutchouc avec l'appareil insufflateur. Ce genre de trachéotome considérablement simplifié était parfaitement supporté par les animaux, qui guérissaient rapidement de la légère blessure qui en était la conséquence. Mais, comme on le verra plus loin, il existe des méthodes beaucoup plus simples pour introduire artificiellement chez l'homme de l'air dans la poitrine.

La difficulté de faire pénétrer de l'air dans le larynx n'est pas le seul inconvénient de l'insufflation pulmonaire. Si on n'a pas soin de la pratiquer très-doucement et en se servant d'une canule d'un diamètre très-inférieur à celui de la trachée, elle produit des ruptures pulmonaires qui précipitent la mort de l'animal, ainsi que l'ont prouvé les expériences de Leroy d'Étiolles et de Magendie. Injecter beaucoup d'air à la fois est du reste inutile, car dans l'asphyxie avancée — la seule qu'on ait habituellement à combattre — le courant sanguin qui traverse la surface pulmonaire, étant fort minime, n'a besoin que d'une très-petite quantité d'air pour être suffisamment oxygéné.

Quelles que soient les précautions avec lesquelles on la pratique, l'insufflation pulmonaire est loin d'avoir contre l'asphyxie l'efficacité qu'on lui attribue généralement. Je me suis convaincu bien des fois par expérience qu'elle ne ramenait guère à la vie que les animaux dont l'asphyxie n'avait eu qu'une durée très-courte et qui souvent se seraient ranimés sans aucun soin. On le comprend facilement, du reste, en réfléchissant qu'elle est sans aucune action sur la circulation et, par conséquent, tout à fait sans objet quand le cœur a cessé de battre. On ne peut guère l'employer utilement que dans les recherches physiologiques, pour remplacer la respiration naturelle quand la circulation subsiste, comme dans les expériences sur le curare par exemple.

Respiration artificielle. — La respiration artificielle est très-supérieure à l'insufflation pulmonaire, car elle n'exige aucun appareil spécial et ne présente jamais de danger. On pouvait se demander jusqu'à ces dernières années si les méthodes en usage pour la pratiquer produisaient l'introduction d'un volume d'air suffisant dans les poumons; mais les expériences faites récemment sur un grand nombre de cadavres par une Société médicale de Londres ont complétement résolu la question.

Un des plus anciens procédés de respiration artificielle est celui qui consiste à exercer des pressions intermittentes sur la poitrine avec la main ou en ceignant le thorax avec un bandage qu'on resserre et relâche alternativement. D'après les expériences de la Commission anglaise dont il est parlé plus haut, on introduit ainsi dans la poitrine à chaque mouvement inspiratoire de 8 à 10 pouces cubes d'air *.

Le procédé de respiration artificielle imaginé par Marshal Hall est un des plus connus et cependant un des moins parfaits. Il consiste simplement à tourner alternativement le patient sur le dos et sur le ventre quinze à seize fois par minute. La quantité d'air ainsi introduite est fort minime. Dans un grand nombre d'expériences elle a oscillé entre 1 et 8 pouces cubes.

On a modifié cette méthode en attachant l'asphyxié sur une planche avec un poids sur la poitrine et un sur le ventre, et imprimant à la planche un mouvement de rotation, de façon que la tête du sujet regarde tantôt le ciel, tantôt la terre. Dans la première position, le poids produit l'expiration; dans la seconde, il cesse de comprimer le corps, et l'élasticité pulmonaire produit l'inspiration. La quantité d'air introduite est un peu plus considérable que par le procédé précédent; mais la pression d'un poids sur la poitrine, lorsque les battements du cœur sont déjà ralentis, peut avoir pour conséquence leur arrêt définitif. Ce perfectionnement doit donc être considéré comme plus beaucoup dangereux qu'utile.

L'élévation des côtes avec l'extrémité des doigts enfoncés sous les fausses côtes n'a déterminé que l'introduction de 5 pouces cubes d'air. Leur écartement et leur rapprochement successifs de l'axe du corps avec l'extrémité des doigts constituerait certainement, d'après nous, un procédé supérieur à leur élévation, car on imiterait beaucoup mieux alors les mouvements naturels. Mais, ce moyen n'ayant pas encore été proposé, ses effets n'ont pu être encore étudiés.

La méthode qui, d'après les expériences de la Commission anglaise, a produit la plus grande introduction d'air dans les poumons est celle de Sylvester, méthode fort simple, qui consiste simplement à se placer derrière l'asphyxié et à élever ses bras de façon à les amener au-dessus de sa tête, ce qui élargit le thorax par élévation des côtes, puis à les abaisser de façon à les ramener le long du corps, en exerçant en même temps une pression légère sur les bas côtés de la poitrine. On a obtenu ainsi dans diverses expériences sur plusieurs sujets l'introduction de 15 à 40 pouces cubes d'air; en y ajoutant une pression sur le sternum, on pourrait arriver à introduire 50 pouces cubes dans la poitrine; mais il ne faut pas avoir recours à cette dernière manœuvre à cause de la pression qu'on exercerait ainsi sur le cœur.

Le docteur Pacini croit qu'en soulevant seulement les épaules et les clavicules de l'asphyxié au moyen des mains avec lesquelles on embrasse la partie supérieure des deux bras, on introduit plus d'air dans les poumons qu'en élevant les membres supérieurs au-dessus de la tête, comme nous l'avons indiqué plus haut.

On a également proposé de pratiquer la respiration artificielle par faradisation des nerfs phréniques, nerfs sous l'influence desquels est placée l'action du diaphragme. Mais cette méthode, qui n'est pas supérieure, comme résultat, à celles que nous venons de décrire, exige des appareils spéciaux, d'un maniement délicat et qu'on ne peut avoir toujours sous la main.

On voit, par ce qui précède, que nous possédons dans la respiration artificielle, pratiquée comme nous l'avons dit, un moyen fort simple d'introduire de l'air dans les poumons; mais cette introduction ne peut être efficace, nous le répétons, qu'à la condition que le sang circule encore; quand il y aura stase complète de ce liquide dans les poumons, l'introduction de l'air dans ces organes sera complétement inutile.

* Un pouce cube anglais équivaut à un peu plus de 15 centimètres cubes.

Ce n'est plus alors sur la respiration, mais bien sur la circulation et, par conséquent, sur le cœur, qu'il faudra agir.

Cautérisation de la poitrine. — La cautérisation profonde de la poitrine au fer rouge a été préconisée par plusieurs médecins contre l'asphyxie, et notamment par le docteur Faure, contre l'asphyxie au charbon. C'est un moyen assez logique, mais il n'a pas donné de bons résultats à la Commission anglaise dont nous avons précédemment parlé, et moi-même j'ai eu occasion de l'employer plusieurs fois sans succès. Peut-être les cautérisations n'avaient-elles pas été assez profondes et ce moyen mériterait-t-il d'être étudié de nouveau. Le lieu à choisir pour pratiquer la cautérisation doit être, dit Claude Bernard, «celui où les nerfs, restant plus longtemps impressionnables, peuvent réagir plus directement sur les mouvements respiratoires. A ce titre, les rameaux sensitifs du plexus cervico-brachial, un peu au-dessous des clavicules, doivent être choisis de préférence.» Du reste, sans avoir recours à la cautérisation, on obtient, ainsi que je l'ai constaté, de bons effets de l'application d'un corps très-chaud (un fer à repasser par exemple) sur la région du cœur.

Excitants divers : glace, tabac, etc. — Je ne citerai que pour mémoire l'emploi d'excitants divers, tels que la glace dans le rectum, les lavements d'infusion de tabac, les frictions sur le corps, l'ammoniaque sous les narines, l'insufflation de fumée de tabac dans le rectum, les douches d'eau froide sur la moelle épinière, etc. Très-usités autrefois pour la plupart, ils sont à peu près abandonnés aujourd'hui. Cependant ce sont des adjuvants utiles, qu'on peut en tout cas employer sans danger. Je n'en parlerai pas davantage, n'ayant pas fait d'expériences comparatives sur leur action.

Acupuncture et électropuncture du cœur. — On a proposé comme stimulant énergique du cœur l'acupuncture, qui se pratique en enfonçant de minces aiguilles dans cet organe, au niveau de sa pointe. Pour piquer le cœur chez l'homme, il faut enfoncer l'aiguille au milieu du cinquième espace intercostal gauche, à 3 centimètres en dehors du bord du sternum, à une profondeur de 3 à 4 centimètres.

Si on veut augmenter l'excitation du cœur et pratiquer ce que l'on nomme *l'électropuncture*, on fait, en se servant de l'aiguille enfoncée dans le cœur comme conducteur, passer un courant électrique à travers l'organe, le pôle positif communiquant avec l'aiguille, le pôle négatif placé sur la poitrine.

L'électropuncture du cœur est évidemment en théorie le moyen le plus énergique que la science possède pour ranimer les battements de cet organe lorsqu'ils sont éteints. Pour en apprécier pratiquement la valeur, j'ai fait les expériences suivantes :

Plusieurs lapins adultes sont asphyxiés, soit par submersion, soit par séjour dans une atmosphère confinée. Quelques minutes après que les mouvements respiratoires ont cessé, j'enlève, avec les précautions nécessaires pour ne pas produire d'hémorrhagie importante, une portion du sternum assez étendue pour mettre le cœur à nu, et je trouve cet organe immobile ou exécutant quelques rares mouvements, suivant le temps pendant lequel a duré l'asphyxie. Après avoir attendu qu'il devienne immobile, je fais passer un courant continu dans l'organe, un pôle placé dans le rectum, l'autre pôle communiquant avec une aiguille enfoncée dans la pointe du cœur. La pile employée était celle dont il sera parlé plus loin.

Quelle que fût l'intensité ou la faiblesse du courant continu employé, je n'ai jamais vu sous son influence se réveiller les battements éteints; mais en le faisant passer d'une façon intermittente, c'est-à-dire en interrompant, toutes les secondes par exemple, le contact du réophore avec l'aiguille placée dans l'organe, à chaque nouveau passage du courant j'obtenais, habituellement du côté droit du cœur et bien

plus rarement du côté gauche, des contractions qui m'ont paru d'autant plus énergiques que le courant était lui-même plus intense.

Nous devons conclure de ce qui précède que pour pratiquer l'électropuncture du cœur avec succès il faut espacer les secousses que le cœur reçoit, au lieu de faire traverser cet organe par un courant continu, comme on l'avait proposé jusqu'ici.

Je dois signaler comme inconvénient de cette méthode que l'aiguille enfoncée dans le cœur s'entoure très-rapidement de bulles gazeuses produites par la décomposition des tissus sous l'influence du courant. Avec un courant intense, cette production est assez abondante; elle est naturellement moindre lorsqu'il est intermittent que quand il est continu.

Nous verrons plus loin qu'avec un appareil d'induction dont on espace suffisamment les secousses on obtient exactement les mêmes effets qu'avec les courants continus, contrairement aux assertions de divers observateurs.

L'électrisation du cœur constitue, comme nous le disions plus haut, le moyen le plus énergique que nous possédions de réveiller les battements de cet organe. Une heure après la mort par séjour dans une atmosphère confinée, j'ai pu réveiller ses mouvements complétements éteints. Dans la mort par submersion, sa contractilité persiste beaucoup moins longtemps*. Du reste, pour des raisons que je dirai dans un autre paragraphe, l'électropuncture, comme toutes les autres méthodes, est généralement à peu près inutile contre ce dernier genre d'asphyxie.

Emploi de l'électricité contre l'asphyxie. Idendité des effets produits par les courants de la pile et par ceux des appareils d'induction. — De tous les moyens proposés contre l'asphyxie, l'électricité est celui qui a donné les plus grandes espérances. Mais, soit par inexpérience dans son emploi, soit pour toute autre cause, ces espérances n'ont été suivies que de résultats fort minimes.

L'électricité est usitée, comme on sait, en médecine sous deux formes : les courants continus fournis par les piles; les courants intermittents produits par les bobines d'induction. Ces derniers sont presque exclusivement employés aujourd'hui — quoique dans bien des cas ils soient très-inférieurs aux premiers — en raison de leur simplicité et du peu de volume des appareils qui les fournissent.

MM. Legros et Onimus ont soutenu, d'après des expériences faites sur des animaux asphyxiés ou, pour nous exprimer plus correctement, empoisonnés par le chloroforme, que les courants d'induction à intermittence rapide, tels que ceux obtenus avec les appareils fabriqués actuellement, produisaient l'arrêt du cœur et, par suite, ne faisaient que hâter la mort; ce qui les a conduits à les proscrire dans l'asphyxie. N'ayant pas expérimenté sur des animaux soumis à l'action du chloroforme, je ne m'occuperai pas de ces derniers; mais, comme conclusion de nombreuses expériences que j'ai faites sur des animaux asphyxiés, je crois pouvoir dire :

1° Qu'en opérant sur le cœur mis à nu, comme je l'ai expliqué plus haut, on voit les battements de cet organe et les mouvements respiratoires se réveiller *tout aussi bien sous l'action des courants d'induction que sous celle des courants continus, à condition d'espacer les secousses fournies par les seconds ou par les premiers.* On y arrive facilement en ne touchant qu'à certains intervalles, toutes les secondes par exemple, quand il s'agit du cœur, toutes les deux ou trois secondes quand il s'agit du diaphragme, l'organe à électriser.

* J'ai eu plusieurs fois occasion de constater dans mes recherches ce fait curieux, que le cœur, qu'on qualifie habituellement d'*ultimum moriens*, est cependant un des organes dont la contractilité persiste le moins longtemps après la mort. Alors qu'il est devenu complétement insensible à l'excitant électrique, un fragment d'un muscle quelconque séparé du corps, le muscle intercostal par exemple, se contracte énergiquement sous son influence.

2° Qu'en faisant passer *d'une façon continue* dans le cœur ou dans le diaphragme les courants à intermittences rapides fournis par les bobines d'induction ou ceux produits par les piles, on n'obtient d'autres résultats que de contracter ces organes au moment du passage du courant, sans que cette contraction soit, surtout pour le diaphragme, suivie du rétablissement de leurs mouvements. Si les battements du cœur persistent encore, les courants de la pile et surtout les courants d'induction, employés comme nous venons de le dire, les ralentissent ou les suppriment généralement.

Mes expériences ont été faites, non sur des grenouilles, animaux n'ayant aucune analogie avec l'homme, mais sur des lapins, qui appartiennent, comme lui, à la classe des mammifères. Elles prouvent, comme on le voit, qu'avec les courants des piles on peut, tout aussi bien qu'avec ceux des bobines, obtenir les effets les plus contraires, suivant la manière dont on en fait usage.

Les courants d'induction que j'ai employés étaient fournis par l'appareil de Gaiffe; les courants constants étaient obtenus par la pile de Daniell, modifiée par MM. Callaud et Trouvé. Cet appareil produit des courants très-constants et n'a que peu d'effets chimiques. Grâce à la suppression des vases poreux, il est fort propre et chacun peut le construire facilement. La pile dont j'ai fait usage se composait de 40 éléments, disposés de façon qu'on pût se servir seulement de ceux jugés nécessaires.

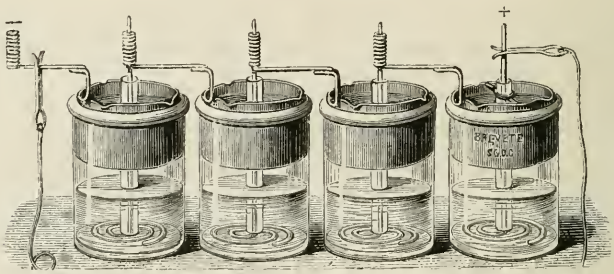


Fig. 123. — *Éléments de la pile employée dans nos expériences* *.

Je crois, d'après ce qui précède, que pour obtenir des courants continus ou des appareils d'induction leur maximum d'effets dans l'asphyxie, il faudrait, ce qui, du reste, est parfaitement simple, leur adapter un mécanisme interrompant le courant de façon à ne pas le faire passer à travers les organes plus de 60 fois par minute. Les intermittences des appareils d'induction qu'on trouve actuellement dans le commerce sont infiniment trop rapides et il faut que ce soit la main de l'opérateur qui fasse l'office d'interrupteur.

M. Duchène, de Boulogne, a proposé de pratiquer la respiration artificielle avec les courants d'induction en électrisant le nerf phrénique sous la dépendance duquel le diaphragme est placé. Il suffit, pour cela, de placer les deux pôles de l'instrument sur les côtés du cou, sur le bord interne du sterno-mastoïdien, et de faire passer

* L'élément cuivre de cette pile est constitué par un fil de cuivre dont la partie inférieure, enroulée en spirale, repose sur le fond du vase qui le contient. Sa partie verticale est enveloppée d'un tube de verre. L'élément zinc est formé par un simple cylindre de zinc, occupant le tiers supérieur du vase, sur le rebord supérieur duquel il s'appuie. Pour mettre la pile en activité, on la remplit d'eau et on y jette quelques cristaux de sulfate de cuivre. Elle peut fonctionner plus d'un mois sans qu'on ait besoin d'y toucher.

le courant quinze ou dix-huit fois par minute. On obtient ainsi, *comme, du reste, avec les courants continus*, la contraction du diaphragme et, par suite, la dilatation de la poitrine; mais, ainsi que je l'ai déjà dit, cette méthode ne présente pas d'avantage sur les procédés de respiration artificielle précédemment décrits.

Le même auteur est parvenu chez l'homme, dans un cas très-intéressant, à stimuler les mouvements du cœur par électrisation de la région précordiale au moyen des courants d'induction — ce qui est conforme à nos expériences précédemment citées. — Il a vu dans le même cas — point sur lequel je n'ai pas expérimenté — qu'en électrisant le thorax dans la portion correspondant à la face postérieure du poumon, on excitait la force de l'expiration et facilitait l'expulsion des mucosités bronchiques.

Quel est le degré d'utilité de l'électricité dans l'asphyxie? Les courants d'induction et continus ont été employés avec succès par divers expérimentateurs contre les accidents produits par le chloroforme. Mais, quant à leur effet contre l'asphxyie, notamment contre l'asphxie par submersion, je dois dire, tout en souhaitant vivement de voir d'autres expérimentateurs plus heureux que moi, que je n'en ai obtenu que des résultats fort minimes et inférieurs souvent à ceux produits par d'autres moyens, comme je le démontrerai plus loin en faisant voir que des asphyxiés soumis inutilement pendant une demi-heure à des courants d'induction ont pu ensuite être ramenés à la vie.

Les courants continus sont ceux sur lesquels j'avais fondé d'abord les plus grandes espérances. Depuis les recherches d'Aldini en 1804, leur action contre l'asphyxie n'avait pas été étudiée, et dans les ouvrages les plus récents, Hiffelsheim, Tripier, Remak, Legros et Onimus, etc., on ne trouve aucune expérience à ce sujet. Les seules publiées, à ma connaissance, sont celles d'Aldini, qui se borne à dire, du reste, en quelques lignes, dans son *Essai sur le galvanisme*, «qu'il a toujours réussi à ra-«mener à la vie avec la pile les asphyxiés par submersion, *sauf dans les cas où, par «une submersion trop prolongée, l'animal avait entièrement cessé de vivre.*»

C'est là, comme on le voit, une indication fort vague; elle se résume à dire qu'on ramène à la vie par la pile les noyés qui ne sont pas restés trop longtemps sous l'eau, ce qui peut s'appliquer à tous les autres moyens connus, y compris l'abstention.

Pour vérifier l'utilité des courants continus dans l'asphyxie, notamment dans celle par submersion, j'ai fait, avec la grande pile dont j'ai parlé plus haut — et que j'avais fait construire pour cet objet — des expériences variées, qui m'ont démontré le peu d'efficacité de ce moyen. *Jamais je n'ai réussi à ramener à la vie un lapin adulte resté 4 minutes sous l'eau.* J'ai pu, comme je l'ai dit plus haut, faire battre le cœur d'animaux morts depuis une heure et les faire respirer; mais je n'ai pas réussi à les ramener définitivement à la vie quand la durée de l'asphyxie avait dépassé les limites que je viens d'indiquer. Ce que j'ai obtenu de plus net de mes expériences, c'est, d'une part, d'avoir mis en évidence la cause, dont je parlerai plus loin, pour laquelle les individus restés sous l'eau un certain temps ne peuvent revenir à la vie; et, d'autre part, d'avoir découvert, ainsi qu'il en sera également question plus loin, un moyen plus puissant que l'électricité dans certains cas d'asphyxie. Elles ont démontré, en outre, la similitude des effets des courants induits et continus sur la respiration et la circulation, et la possibilité de les employer pour réveiller les mouvements du cœur complétement éteints; indication qui pourrait certainement être utile dans diverses maladies.

Je suis loin de croire, du reste, le sujet épuisé par mes expériences. L'électricité est un agent puissant, que nous ne savons pas encore manier. Il serait facile de tracer un programme de recherches sur son application au traitement des diverses formes d'asphyxie, et si ces recherches ne conduisaient pas au résultat voulu, elles

conduiraient sûrement à quelques résultats nouveaux, car il n'y a guère d'expérience qui ne soit instructive pour celui qui sait observer. Si je ne me suis pas avancé plus loin dans cette voie, c'est que des investigations de cette nature sont malheureusement fort onéreuses pour un savant ne possédant que ses seules ressources.

Emploi de la chaleur contre l'asphyxie. — Les anciens auteurs recommandent généralement de réchauffer les asphyxiés en les frictionnant avec des linges chauds; mais ce moyen n'a sans doute pas fourni de grands résultats, puisque les auteurs les plus modernes n'en parlent pas ou n'en parlent que pour le proscrire complétement. Le docteur Perrin, dans son grand article *Asphyxie* du *Dictionnaire encyclopédique* (1867), n'en fait même pas mention. Robin, dans la dernière édition de son *Dictionnaire de médecine* (1866), dit que «toute chaleur d'origine étrangère est plus nuisible qu'utile tant que la respiration n'est pas rétablie,» ce qui semble être, du reste, l'opinion du Conseil de salubrité, qui recommande formellement, dans son instruction de 1835, de ne pas chauffer au delà de 17 degrés le local où on donne des soins aux asphyxiés. M. Paul Bert, dans ses *Leçons sur la respiration* (1871), n'est pas moins explicite et recommande d'éviter de réchauffer les asphyxiés, en se basant sur ce fait, que des chats noyés dans des vases pleins d'eau à différentes températures meurent d'autant plus vite que l'eau est plus chaude.

Malgré la valeur de ces témoignages, qui ne reposent, du reste, sur aucune expérience, j'étais peu convaincu, car un grand nombre d'observations m'avaient prouvé que la température des asphyxiés baissait rapidement de 4 à 5 degrés, et, sachant combien un abaissement pareil est considérable chez les mammifères, dont la température ne varie, comme on le sait, que dans des limites fort étroites, je pensais que ce refroidissement de l'animal devait être une des causes gênant le plus le retour des fonctions vitales. Il me semblait, par suite, que la première chose à faire pour ramener les asphyxiés à la vie était — seul moyen de réchauffer un être vivant chez lequel la circulation est suspendue — de les placer dans un milieu d'une température égale à celle que leurs tissus possèdent à l'état normal, c'est-à-dire de 37 à 40 degrés, sans négliger, bien entendu, d'employer en même temps les autres moyens connus pour rappeler la circulation et la respiration.

Les recherches que j'ai faites pour vérifier l'exactitude de cette hypothèse m'ont amené à des résultats aussi curieux qu'imprévus. Ne pouvant pas reproduire ici toutes mes expériences, je citerai seulement les plus frappantes. Elles eurent lieu sur trois chats de la même mère, âgés de neuf jours.

Le premier fut plongé dans de l'eau à la température du laboratoire (16° environ) et maintenu 10 minutes dans ce liquide. Au sortir du bain, la température de l'animal, qui était de 38° dans l'aisselle avant l'immersion, n'était plus que de 29°,7. Après avoir pratiqué sur lui la respiration artificielle pendant 10 minutes sans succès, je le soumis pendant 25 minutes à l'action intermittente d'un courant d'induction, amené graduellement à être assez énergique pour que la main ne pût le supporter. L'animal ne se ranima pas. L'avis des assistants fut qu'il était absolument mort, puisque les moyens les plus énergiques avaient été impuissants à le rappeler à la vie. Je le plongeai alors jusqu'au cou dans un bain d'eau dont la température fut portée de 38 degrés centigrades à 48° environ (température dont plusieurs expériences précédentes m'avaient montré l'action stimulante). L'effet fut réellement extraordinaire. Après une minute de séjour, l'animal faisait quelques mouvements respiratoires; après 2 minutes, les mouvements s'élevaient à 15 par minute; après 12 minutes, à 27, et l'ayant abandonné — comme but d'expérimentation, car la prolongation du bain était alors plus nuisible qu'utile — à cette température considérable pendant 20 minutes, les mouvements s'élevèrent à 75 dans le même temps.

Je répétai la même expérience avec le même succès sur un deuxième chat, frère du précédent, et sur d'autres animaux du même âge; seulement, quand l'animal était resté plus de 10 à 12 minutes sous l'eau, il m'était impossible de le ranimer, même en joignant à l'emploi de la chaleur celui des autres moyens, tels que la respiration artificielle, l'électricité, etc.

Des expériences précédentes il semblait découler cette conséquence bien nette, que, de tous les moyens connus, la chaleur est le plus énergique contre l'asphyxie. Mais en physiologie les généralisations sont trompeuses. Sachant que la résistance des animaux adultes à l'asphyxie est bien moindre que celle des animaux fort jeunes, j'ai répété mes expériences avec des animaux de la même espèce, mais plus âgés, et j'ai vu alors que la chaleur, de même que tous les moyens précédemment décrits : respiration artificielle, électricité, etc., n'était utile que lorsque l'asphyxie, notamment celle par submersion, n'avait duré qu'un temps fort court et qu'on pouvait en réalité se demander, avec ce moyen comme avec les autres, si l'animal abandonné à lui-même ne serait pas revenu aussi bien à la vie. Quand l'asphyxie avait été assez prolongée pour que l'animal ne pût revivre, c'est-à-dire quand elle avait duré 3 ou 4 minutes seulement, une température de 45° ne faisait que provoquer très-rapidement la rigidité cadavérique. Cependant il m'a toujours semblé qu'en plaçant l'animal dans un bain à la température normale du corps, la respiration artificielle, l'électricité et les autres méthodes en usage agissaient plus efficacement que lorsqu'on n'essayait pas de le réchauffer.

Quoi qu'il en soit, j'ai prouvé, je crois, par ces expériences, que la chaleur est, chez les animaux jeunes, le moyen le plus énergique que nous puissions employer contre l'asphyxie, puisqu'il réussit après que les autres ont échoué. Par analogie, nous pouvons croire que cette méthode sera la plus puissante que nous possédions pour ramener à la vie les nouveau-nés en état de mort apparente. Avant de les plonger dans un bain à une température de 40 à 45 degrés, il serait prudent de les mettre d'abord dans un bain ne dépassant pas 35° et de n'élever graduellement la température que s'ils ne se ranimaient pas.

Causes de la difficulté de ramener certains asphyxiés à la vie. Quand on ouvre, *peu de temps après la mort*, le cadavre d'un animal asphyxié, on trouve que les organes de la respiration et de la circulation présentent des différences assez notables, suivant le mode d'asphyxie auquel l'animal a succombé. Dans l'asphyxie par l'oxyde de carbone — asphyxie qui n'est, du reste, comme nous l'avons vu, qu'un empoisonnement des globules — on trouve le sang que le cœur contient, rouge et parfaitement fluide. Dans l'asphyxie par l'acide carbonique, on le trouve noir et également liquide. J'ai constaté qu'on le trouve liquide encore, bien qu'un peu épaissi, dans l'asphyxie par l'air confiné.

Dans l'asphyxie par submersion j'ai reconnu, par de nombreuses expériences, que le sang présentait un aspect tout différent. *Lorsqu'un mammifère adulte, un lapin par exemple, est resté seule-*

ment 4 ou 5 minutes sous l'eau, sans avoir pu respirer, les cavités du cœur contiennent toujours des caillots noirs volumineux *. Et c'est, selon moi, cette cause qui rend inutiles les moyens que l'on peut employer pour ramener la vie. *Ranimer les mouvements du cœur qui ne bat plus est, comme nous l'avons prouvé, chose facile; mais forcer les caillots énormes que cet organe contient, et qui font l'office de véritables bouchons, à franchir le cercle de la circulation, est évidemment, dans l'état actuel de nos connaissances, tout à fait impossible.* Tant qu'on ne trouvera pas un moyen de liquéfier ces caillots, tous les procédés employés contre l'asphyxie par submersion seront tout à fait illusoires, pour peu que l'asphyxié ait séjourné plus de 4 à 5 minutes sous l'eau **, s'il est adulte, ou, s'il est fort jeune, un temps un peu plus long, mais qui, dans tous les cas, est très-restreint.

Pourquoi le cœur des asphyxiés par submersion contient-il des caillots? J'ai fait sans succès diverses expériences pour trancher cette question. Est-ce simplement parce que la circulation s'est arrêtée? Mais alors on devrait trouver aussi des caillots dans le cœur des animaux dont on arrête immédiatement la respiration et la circulation en les faisant rapidement périr. Or, en tuant brusquement des lapins par luxation des vertèbres cervicales, j'ai constaté, dix minutes, une demi-heure, une heure et deux heures après la mort, que le cœur ne renfermait pas de caillots et que le sang y était fluide. J'ai constaté aussi que le sang était encore fluide, bien qu'à un degré moindre, chez des lapins tués en les faisant

* Ayant toujours trouvé immédiatement après la mort par submersion des caillots noirs, très-résistants, dans le cœur des mammifères lorsqu'ils avaient séjourné sous l'eau quelques minutes, et cela même quand le cœur battait encore, je ne puis m'expliquer l'affirmation des auteurs qui disent pour la plupart que le sang contenu dans le cœur des noyés est toujours liquide, qu'en admettant que ce liquide a eu le temps de se décomposer ou de subir quelque altération susceptible de le liquéfier dans l'intervalle, généralement assez long, qui sépare les autopsies de la mort.

** On cite cependant quelques exemples d'individus rappelés à la vie après un séjour d'une heure sous l'eau. Ces faits fort rares et qui n'ont rien de bien authentique peuvent s'expliquer peut-être en admettant que l'individu plongé dans l'eau a éprouvé immédiatement, par frayeur ou autrement, une brusque syncope, c'est-à-dire que les mouvements du cœur et la respiration se sont suspendus, ce qui l'a empêché de faire des efforts pour respirer et l'a soustrait, par suite, aux effets de la submersion.

séjourner dans une atmosphère confinée et qui avaient cessé de respirer depuis un quart d'heure.

Les caillots contenus dans le cœur des noyés par submersion n'étant pas produits par l'arrêt de la circulation, nous devons chercher ailleurs la cause de leur formation. Je pensais d'abord pouvoir l'attribuer à un empoisonnement du sang par rétention des gaz que ce liquide doit éliminer par les voies respiratoires, rétention qui n'a pas lieu quand le mouvement et toutes les forces dont le développement produit l'usure des tissus et, par suite, la formation de composés gazeux, s'arrêtent immédiatement, comme dans la mort par lésion de la moelle par exemple, au lieu de ne s'arrêter qu'au bout de quelques instants, comme dans la mort par submersion.

Mais, pour que cette explication fût vraie, il aurait fallu trouver des caillots dans le cœur des animaux asphyxiés dans l'air altéré par leur propre respiration, car alors il eût été probable que c'était bien l'accumulation dans le sang des produits de l'usure des tissus qui déterminait sa coagulation. Or j'ai reconnu, au contraire, comme je l'ai dit, que le sang contenu dans le cœur des animaux ainsi asphyxiés était seulement un peu épaissi, mais non réduit en caillots. Il m'a donc fallu renoncer à mon hypothèse.

Quoi qu'il en soit de la cause de la formation des caillots dans le cœur des asphyxiés par submersion, c'est principalement à leur présence, j'insiste sur ce point, ignoré, je crois, jusqu'à mes recherches, qu'est due la difficulté de les ramener à la vie, quelque énergiques que soient les moyens employés. Alors qu'on ramènera facilement à la vie un lapin adulte qui serait resté 10 minutes dans de l'acide carbonique, on échouera complétement s'il est resté 4 minutes seulement sous l'eau.

Ainsi, quelques minutes de privation de la respiration suffisent pour détruire la vie sans retour. Cependant, dans ces organes qui vivaient il y a un instant, nous ne pouvons découvrir aucune modification essentielle qui puisse les empêcher absolument de revenir à la vie. Une science plus avancée réussira-t-elle un jour à les faire revivre? Ce résultat ne serait pas plus surprenant, sans doute, que

de rendre la vie à un membre séparé du tronc et dans lequel la rigidité s'est déjà manifestée, ce qui nous est facile. Au point de vue physiologique, la différence entre la vie et la mort est minime, et on comprend parfaitement la possibilité — largement démontrée, du reste, par l'expérience pour certains animaux inférieurs — de faire repasser l'individu mort à l'état vivant, c'est-à-dire de dépasser ces limites que la tradition semble avoir toujours considérées comme infranchissables pour la puissance humaine.

Aucun sujet, nous l'avons dit déjà, n'a été moins étudié que la mort; bien peu seraient cependant plus dignes de nos méditations et de nos recherches. Parmi ce petit nombre de certitudes que l'homme possède, la plus inexorable de toutes est celle qu'il doit mourir. Mais si ce terme fatal qui attend tous les êtres doit toujours venir, au moins serait-il bien souvent possible d'en retarder le jour. Ce n'est que d'hier que la science a soulevé le voile qui recouvre ce redoutable problème, et si le phénomène par lequel les êtres cessent de vivre nous est trop peu connu encore pour qu'il nous soit souvent possible d'arrêter l'œuvre de destruction, les résultats déjà obtenus nous permettent au moins d'entrevoir l'importance de ceux à obtenir. La science, sans doute, a ses limites; mais qui serait assez hardi pour fixer les bornes qu'elle ne pourra franchir?

CHAPITRE XVI.

RENOUVELLEMENT DES ÉLÉMENTS DES ORGANES. SÉCRÉTIONS, ABSORPTION ET NUTRITION.

§ 1er. *Budget des recettes et des dépenses des organes.* — Tableau des recettes et pertes du sang. — Résultat du défaut d'équilibre entre les recettes et les dépenses. — Formes sous lesquelles les éléments sont introduits et rejetés dans le sang. — § 2. *Sécrétions.* — Mécanisme de la sécrétion. — Structure des glandes. — Matériaux qu'elles sécrètent. — Rôle des nerfs sur les sécrétions. — Sécrétions des séreuses et des muqueuses. — Sécrétion de la rate. Rôle dérivateur du sang attribué à cet organe. — Sécrétions du corps thyroïde et du thymus. — Sécrétion du foie. — Structure de cet organe. — Sécrétion de la bile. — Rôle dépurateur du foie. — Physiologie de l'ictère. — Présence du sucre dans le foie. — Production du diabète et explication de ses effets. — § 3. *Étude de l'absorption.* — Rôle de l'absorption dans la nutrition. — Mécanisme de l'absorption. — Osmose et diffusion des liquides. — Voies de l'absorption. — Absorption cutanée. — Absorption dans les bains. — Imperfection des méthodes employées pour la constater. — Absorption à la surface de la peau dépouillée de son épiderme. — Absorption par le tissu cellulaire sous-cutané. — Absorption à la surface des muqueuses. — Cause de l'innocuité des virus introduits dans l'estomac. — Absorption intestinale. — Absorption pulmonaire. — § 4. *Nutrition et reproduction des tissus.* — Nutrition des divers tissus : épiderme, poils, ongles, os. — Reproduction des membres après leur ablation chez les animaux inférieurs. — Réunion des parties séparées du corps chez les animaux supérieurs. — § 4. *Circulation de la matière dans les organes.* — Rapidité du renouvellement des éléments des organes. — Les êtres vivants sont formés d'éléments qu'ils empruntent au même milieu. — Série des métamorphoses que la matière éprouve en passant par la plante et par l'animal. — Retour au milieu primitif. — Éternelle jeunesse de la matière.

§ 1er.

BUDGET DES RECETTES ET DES DÉPENSES DES ORGANES.

Nous avons vu que les éléments des organes se renouvellent toujours et que le sang est le milieu dans lequel vivent tous les tissus. C'est dans ce liquide qu'ils puisent tous leurs matériaux réparateurs et rejettent les éléments usés.

Les êtres vivants ne vivent, en réalité, qu'à la condition d'être

toujours plongés dans ce liquide. La peau qui forme l'enveloppe extérieure du corps est comparable au verre du bocal dans lequel des poissons sont plongés. Ces animaux représentent les éléments des organes, et le liquide dans lequel ils nagent, le sang.

Nous avons vu aussi, dans le chapitre consacré à l'étude de l'alimentation, que chez l'adulte la proportion de matériaux introduite dans l'organisme est rigoureusement égale à celle qui en sort, et que, pour 100 parties d'aliments et d'oxygène absorbées (75 *d'aliments et* 25 *d'oxygène*), il y avait exactement 100 parties éliminées au dehors par les reins, les poumons et la peau (35 *d'urine et d'excréments*, 30 *d'acide carbonique*, 35 *d'eau*).

Les causes diverses des recettes et des pertes du sang peuvent se résumer de la façon suivante :

1° **Recettes du sang** :

a) Produits alimentaires fournis par le tube digestif;

b) Oxygène emprunté à l'atmosphère par les poumons et la peau;

c) Matériaux divers provenant de l'usure des tissus (urée, acide carbonique, etc.) et qui s'accumulent dans le sang jusqu'à leur élimination au dehors;

d) Liquides fournis par le système lymphatique et par diverses glandes, telles que la rate, le foie, etc.

2° **Dépenses du sang** :

a) Liquides et gaz éliminés par les poumons, les reins et la peau (urine, eau, acide carbonique, sueur);

b) Liquides éliminés par diverses glandes sécrétantes, tels que le lait, les larmes, le mucus, etc.;

c) Matériaux fournis aux organes pour leur nutrition.

(La chaleur, le mouvement et les forces diverses que produisent les organes sont également des causes de pertes importantes, mais elles se traduisent par la transformation des tissus et la formation des produits d'élimination mentionnés plus haut).

Lorsqu'il y a équilibre entre les recettes et les dépenses du sang, le poids du corps reste invariable; si la recette l'emporte sur la dépense, ce qui a lieu, par exemple, pendant la croissance, les organes augmentent de volume; si ce sont, au contraire, les dépenses qui l'emportent, la nutrition et la production des forces se font aux dépens des éléments des tissus eux-mêmes, qui diminuent alors de volume, c'est-à-dire maigrissent. C'est là ce qui arrive dans l'abstinence, ce qui se produit aussi chez le vieillard: chez ce dernier, la peau, devenue trop large pour les tissus qu'elle recouvre, se ride; les muscles, amincis, sont impuissants à re-

dresser la tête et le corps, qui se penchent en avant ; les os diminuent de volume et se brisent sous le plus léger effort.

C'est sous forme de chyle et de lymphe, liquides dont nous avons précédemment étudié la composition, que sont introduits dans le sang les matériaux empruntés aux aliments par l'appareil digestif, et sous forme d'oxygène qu'y pénètre l'élément fourni par l'atmosphère.

Les matériaux digestifs sont dissous dans le sérum, qui renferme ainsi les principes nutritifs du sang. Quant à l'oxygène, il est fixé dans les globules, et sert à mettre en liberté les forces latentes que contiennent les principes accumulés dans les tissus par la digestion.

Quant aux éléments des tissus qui ont été usés, c'est-à-dire ramenés à l'état de composés de plus en plus simples, ne contenant plus une somme suffisante de forces disponibles, ils sont repris par le sang et rejetés au dehors sous des formes diverses, telles que l'urée, l'acide carbonique, la vapeur d'eau, etc., par les poumons, les reins et la peau. Ces résidus sont comparables aux cendres qui se forment dans un foyer et à la fumée qui se dégage pendant la combustion. L'énergie disponible — la chaleur que le combustible contenait à l'état latent — a été usée par une série de transformations successives qui l'ont mise en liberté, sans, cependant, que le combustible ait, en réalité, rien perdu de son poids.

Les principales causes des recettes et des dépenses du sang, telles que la digestion, la respiration, l'urination, les diverses sécrétions, ayant déjà été étudiées dans cet ouvrage ou devant l'être plus tard, nous ne parlerons, dans ce chapitre, que des sécrétions dont l'étude ne doit pas trouver place ailleurs et du mécanisme en vertu duquel la nutrition des tissus s'opère. Ce mécanisme implique l'étude du phénomène important désigné sous le nom d'*absorption*. C'est au moyen de ces deux fonctions opposées et corrélatives, l'*absorption et la sécrétion*, que la vie s'entretient chez tous les êtres.

§ 2.

SÉCRÉTIONS.

Mécanisme des sécrétions. Certaines membranes mises au contact du sang jouissent de la propriété d'en extraire divers principes, variables suivant la surface en contact avec ce liquide. Les glandes salivaires extraient du sang la salive; les glandes mammaires, les principes servant à la formation du lait; les glandes de l'estomac, ceux destinés à produire du suc gastrique, etc.

Toutes les glandes ne sont pas, comme les reins par exemple, de simples filtres, se bornant à extraire du sang certains principes. Les liquides qu'elles sécrètent, tels que le lait, le suc gastrique, n'existent pas en nature dans le sang. Ils se forment dans les glandes, mais, en définitive, toujours aux dépens des principes du sang.

En vertu de quelles particularités de structure, des glandes, fort analogues en apparence, extraient-elles du sang des matériaux qui diffèrent pour chaque glande, et quelles métamorphoses se passent au sein de ces organes? Dans l'état actuel de la science il nous est impossible de l'expliquer. Jamais savant aidé des appareils les plus compliqués ne forma dans son laboratoire des combinaisons plus parfaites que celles qui s'opèrent au sein de ces organes, par des moyens fort simples, sans doute, mais qui nous sont encore complétement inconnus. Le venin des serpents, les larmes, la salive, le lait, tous ces produits si divers sont cependant sécrétés par des organes en apparence identiques.

Au point de vue de leur structure, les glandes peuvent être considérées, en dernière analyse, comme des membranes pourvues sur une de leurs faces d'un réseau de vaisseaux capillaires abondants qui leur apportent le sang, et sur l'autre, d'une couche de cellules chargées d'en extraire les principes que contient le liquide exsudé par les capillaires. Ces cellules, qui sont susceptibles de se détruire et de se multiplier très-vite, sont les véritables organes de la sécrétion. C'est dans leur intérieur que s'opèrent les métamorphoses qui

transforment en lait, salive, etc., les matériaux que le sang contient.

Ce n'est qu'exceptionnellement que les glandes, comme les séreuses, par exemple, sont disposées sous forme étalée; mais, quelle que soit leur forme, elles peuvent toujours être considérées comme des membranes d'une structure analogue à celle que nous venons de décrire et plus ou moins repliées sur elles-mêmes. Ces replis ont uniquement pour but d'augmenter leur surface. C'est grâce à eux que, sous un petit volume, la surface sécrétante du rein est de 9 mètres carrés; celle du pancréas, de 4 mètres carrés; celle de chaque parotide, de 2 mètres, etc. Les membranes séreuses représentent le plus simple des tissus sécrétants; ce sont celles qui offrent le moins de surface.

La plupart des glandes sont munies d'un canal excréteur conduisant au dehors le liquide formé dans leur intérieur. Quelques-unes seulement, telles que la rate, les capsules surrénales, etc., n'en sont pas pourvues.

La composition du sang qui sort des glandes varie, comme nous l'avons vu en étudiant ce liquide, suivant que la glande sécrète ou ne sécrète pas.

La sécrétion des glandes est placée sous l'influence du système nerveux, des nerfs vaso-moteurs notamment. Claude Bernard considère ces nerfs comme une sorte de frein. Nous avons vu, en effet, en traitant de la circulation, que leur excitation produit la contraction des capillaires et diminue, par suite, la quantité de sang qui les traverse, tandis que leur paralysie dilate le diamètre de ces vaisseaux et augmente, en conséquence, la quantité de sang qu'ils peuvent recevoir dans un temps donné.

Le physiologiste que nous venons de citer considère la sécrétion des glandes comme le résultat de la paralysie des nerfs vaso-moteurs, et, en effet, les substances qui paralysent ces nerfs, telles que le curare, par exemple, amènent la sécrétion permanente des glandes. Cette théorie ingénieuse est cependant susceptible de plus d'une objection, et plusieurs auteurs admettent l'existence de nerfs spéciaux dits *nerfs sécréteurs*, destinés à produire la mise en activité des éléments glandulaires.

Ayant étudié déjà ou devant étudier plus loin les plus importantes sécrétions, nous ne traiterons ici que de celles dont l'examen ne doit pas trouver place ailleurs. Nous laisserons complétement de côté, dans leur étude, les classifications diverses auxquelles on les a soumises, considérant comme une tentative vaine de vouloir classer des phénomènes dont les éléments et les causes ne sont pas encore connus.

Sécrétion des séreuses. Les séreuses sont, comme nous le savons, des sortes de sacs à double paroi qui enveloppent la plupart des organes importants, tels que le cœur, les poumons, l'intestin, etc. Elles sont les plus simples des glandes sécrétantes, et le liquide peu abondant qu'elles sécrètent n'a d'autre fonction que de faciliter le glissement l'un sur l'autre des deux feuillets qui les constituent.

Le liquide que contiennent les membranes synoviales, séreuses qui se trouvent entre les articulations des os, est tout à fait comparable pour ses fonctions aux corps gras dont on enduit les diverses pièces d'une machine pour faciliter leur frottement.

La composition du liquide des diverses séreuses est peu variable; la synoviale du cheval contient 93 p. 100 d'eau, 6 p. 100 d'albumine et 1 p. 100 de sels et de matières grasses.

Sécrétion des muqueuses. Les muqueuses peuvent être considérées comme la peau des organes intérieurs du corps. Elles sont recouvertes d'un épithélium analogue à l'épiderme, composé de cellules qui se renouvellent constamment et dont la surface est toujours imbibée d'un liquide qui les maintient dans un état de souplesse continuelle et les protége contre l'action des corps irritants. Ce liquide, de consistance variable, est neutre ou alcalin, soluble dans l'eau et l'alcool, et composé de 93 p. 100 d'eau, de 5 à 6 p. 100 d'une matière organique très-visqueuse particulière, la *mucosine*, d'un peu d'albumine et de sels. Il tient en suspension des cellules d'épithélium et des leucocytes, corps que l'on considérait autrefois comme des globules particuliers au mucus.

Sécrétion de la rate. — Rôle dérivateur attribué à cet organe. Les fonctions de la rate, comme celles, du reste, des autres

glandes sans canal excréteur, désignées sous le nom de *glandes vasculaires sanguines* (*corps thyroïde*, *thymus* et *capsules surrénales*), et dont le produit, faute de canaux excréteurs, rentre dans la circulation, sont encore à peu près complétement inconnues. Nous ne pourrons donc que nous borner à exposer les diverses hypothèses faites à leur endroit.

La rate, organe situé sous le diaphragme, à gauche de l'estomac, est constituée par une trame fibreuse élastique qui la partage en un grand nombre de loges incomplètes communiquant entre elles et supportant un réseau vasculaire très-spongieux. Les capillaires artériels venus de l'artère splénique s'ouvrent dans les lacunes d'où naissent les veinules.

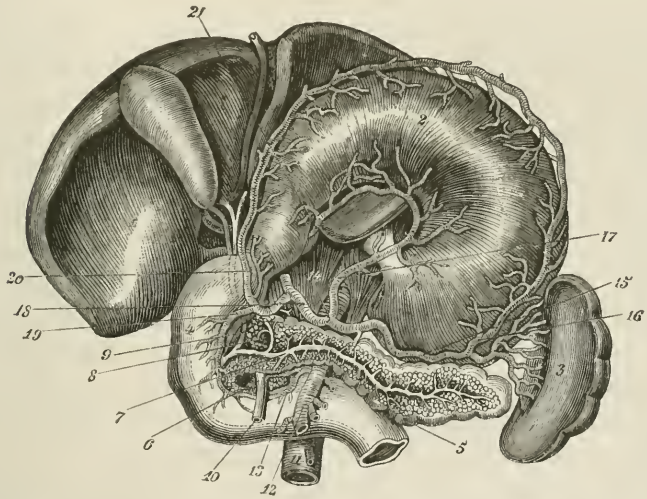


Fig. 124. — *Rapports de la rate avec les divers organes contenus dans l'abdomen.**

Sur le trajet des divisions artérielles existent un grand nombre de petites vésicules d'un demi-millimètre de diamètre, nommées

*1) Foie. On voit sur sa surface la vésicule biliaire en forme de poire. — 2) Estomac. — 3) Rate. — 4) Duodénum. — 5) Pancréas. — 6) Veine mésentérique supérieure. — 7) Canal pancréatique. — 8) Petit canal pancréatique. — 9) Canal cholédoque. — 10) Veine mésentérique supérieure. — 11) Aorte. — 12) Artère mésentérique supérieure. — 13) Rameau pancréatico-duodénal de la mésentérique. — 14) Tronc cœliaque. — 15) Artère splénique. — 16) Artère gastro-épiploïque gauche. — 17) Artere coronaire stomachique. — 18) Artère hépatique. — 19) Rameau pancréatico-duodénal de la gastro-épiploïque. — 20) Artère gastro-épiploïque droite. — 21) Continuation de l'artère coronaire stomachique.

cellules de la rate, qui contiennent des globules analogues aux globules incolores du sang et sont traversées par un réseau de capillaires très-fins provenant de l'artériole sur laquelle le capillaire repose.

L'élasticité du tissu de la rate lui permet de se distendre et de revenir facilement sur elle-même. Aussi varie-t-elle fréquemment de volume. Dans divers états pathologiques, notamment dans la fièvre intermittente, elle augmente considérablement de dimensions par suite d'une accumulation du sang dans son intérieur. Cette accumulation, ayant lieu aux dépens du sang qui baigne les autres organes, équivaut à une perte de ce liquide pour ces derniers et finit, quand elle persiste, par produire une anémie profonde.

D'après M. Béclard, le sang qui sort de la rate a perdu une partie de ses globules rouges. L'espèce de boue brunâtre qu'elle contient, et à laquelle on a donné le nom de *boue splénique*, serait constituée par un amas de globules sanguins à divers degrés de destruction. Ce savant physiologiste a vu également qu'en sortant de la rate le sang contenait un excès de fibrine, ce qui prouverait, suivant lui, que cette substance est un des produits de la métamorphose des globules. Moleschott affirme qu'après son excision on observe l'accumulation des globules dans le sang. Suivant plusieurs observateurs, ce serait bien dans la rate que les globules viendraient mourir, mais ce serait aussi dans le même organe qu'ils prendraient naissance. Le sang qui en sort semble être plus riche, en effet, en globules blancs que celui qui y pénètre.

Plusieurs physiologistes, anciens et modernes, notamment le docteur Fossion, considèrent la rate, ainsi, du reste, que les diverses glandes vasculaires sanguines, comme servant à dériver le sang des autres organes et prévenir par là les congestions dont ils pourraient être menacés. Les organes qui fonctionnent d'une façon intermittente, comme l'estomac, le cerveau, etc., demandent, en effet, pour l'accomplissement de leurs fonctions, une quantité de sang plus considérable qu'à l'état de repos; quand ils ne fonctionnent plus, le sang qui s'y portait serait détourné par des organes dérivateurs annexés à chacun d'eux et qui agiraient à leur égard

comme le vésicatoire qu'on applique dans une région déterminée du corps pour détourner le sang qui congestionne un organe. La rate dériverait le sang de l'estomac par l'artère splénique*; le corps thyroïde serait un dérivateur du cerveau en détournant, par l'intermédiaire des artères thyroïdiennes, le sang que les artères carotides internes et vertébrales lui amènent. Le thymus détournerait, pendant la vie fœtale, le sang des artères nutritives des poumons et ne disparaîtrait après la naissance que parce que ce dernier organe entre alors en fonctions continues. Les mamelles détourneraient par l'artère épigastrique le sang de l'utérus après l'accouchement. Cette théorie mérite, croyons-nous, d'être étudiée sérieusement; nous avons eu trop souvent occasion de constater l'influence d'un dérivatif énergique sur une congestion cérébrale ou pulmonaire imminente pour ne pas croire que la circulation du sang dans un organe puisse être modifiée profondément sous l'action de causes plus ou moins connues. Peut-être est-il plus vrai de dire qu'un organe quelconque peut, à un moment donné, jouer le rôle de dérivateur vis-à-vis d'un autre organe. Nous avons déjà dit que nous considérions la lourdeur de tête et le sommeil qui se produisent si souvent après le repas comme une anémie cérébrale résultant de ce que le sang, affluant alors en grande quantité dans l'appareil digestif, ne se porte plus en quantité suffisante aux autres organes et notamment au cerveau.

Quoi qu'il en soit du rôle de la rate, il est évident que ses fonctions peuvent être remplies par d'autres organes, car on l'extirpe sans inconvénient chez beaucoup d'animaux; on a même pu l'enlever également chez l'homme. Notre savant ami M. le docteur Péan a pratiqué l'ablation complète de cet organe chez une jeune fille qui vit encore, bien que sept années se soient écoulées depuis l'opération. Suivant Schiff, on observerait chez les animaux, après l'ablation de la rate, le gonflement des ganglions lymphatiques; mais rien de pareil ne paraît avoir été constaté chez l'homme.

* Tout en admettant la théorie de la dérivation, le docteur Ricou croit, en se basant sur des raisons anatomiques dont l'exposé nous entraînerait trop loin, que la rate recevrait l'excédant de sang de la veine cave supérieure et préviendrait, par son implétion, la compression de la moelle épinière.

Le sang qui a été amené à la rate par l'artère splénique en sort par la veine splénique, qui l'amène dans le foie par l'intermédiaire de la veine porte. La matière colorante des globules détruits y forme peut-être la matière colorante de la bile.

Sécrétion du corps thyroïde. Le corps thyroïde est une glande en forme de croissant située au devant de la partie supérieure de la trachée. Elle est constituée par une enveloppe fibreuse recouvrant un agrégat de follicules tapissés d'un épithélium et remplis d'un liquide mucilagineux. Elle reçoit des artères volumineuses venues de la carotide externe et de la sous-clavière*,

Fig. 125. — *Rapports du corps thyroïde avec la trachée et les vaisseaux du cou.***

et il en sort un réseau veineux important. Les capillaires des vaisseaux entourent les vésicules d'un réseau très-fin. C'est l'hypertrophie des éléments de cette glande qui constitue l'affection nommée *goître*.

* Voy. les fig. 82 et 84.

** 1, 2) Poumons. — 3) Trachée. — 4) Œsophage. — 5) Corps thyroïde. — 6) Larynx. — 7) Os hyoïde. — 8) Ligament stylo-hyoïdien. — 9) Tronc brachio-céphalique. — 10 et 11) Artères carotides primitives. — 12 et 13) Artères sous-clavières. — 14) Carotide externe. — 15) Carotide interne. — 16) Os occipital. — 17) Atlas. — 18) Axis.

Il est bien probable qu'une glande où arrivent des vaisseaux aussi nombreux que ceux reçus par le corps thyroïde doit avoir des fonctions importantes; mais ces fonctions nous sont complétement inconnues et nous ne pouvons risquer sur elles que de très-vagues hypothèses.

Parmi ces hypothèses, une des plus ingénieuses est celle que nous citions plus haut en parlant de la rate et qui consiste à considérer le corps thyroïde comme un organe servant à dériver, par l'intermédiaire des artères thyroïdiennes, le sang que les artères carotide et vertébrale conduisent au cerveau. Cette glande serait une sorte de réservoir de sûreté où viendrait s'amasser le sang lorsque, le cerveau ne fonctionnant pas, une quantité moindre de ce liquide lui est nécessaire, ou quand il est menacé de congestion par une cause quelconque. Le docteur Ricou dit avoir observé en Afrique, où les apoplexies sont fréquentes, qu'une congestion du corps thyroïde, accusée par un sentiment de gêne au cou, se produit brusquement dans les cas de congestion cérébrale. J'ai fait pour mon compte plusieurs fois la même remarque.

Sécrétion du thymus. Le thymus est une glande située à la partie inférieure du cou, en avant de la trachée, d'une structure analogue à celle du corps thyroïde et recevant comme lui des vaisseaux nombreux. Très-développée chez le fœtus, elle s'atrophie après la naissance en subissant une régression graisseuse plus ou moins rapide, et vers l'âge de 15 ans elle a complétement disparu. Ses fonctions nous sont également inconnues. Les physiologistes qui considèrent, suivant l'opinion indiquée plus haut, les glandes vasculaires sanguines comme des organes de dérivation du sang admettent que pendant la vie fœtale le thymus détourne le sang des artères nutritives du poumon.

Sécrétion des capsules surrénales. Les capsules surrénales sont deux petites glandes situées au-dessus des reins *; leur structure est analogue à celle des glandes précédentes, et leurs fonctions, comme celles de ces dernières, inconnues. Servent-elles à dériver le

* Voy. fig. 91, chiffre 11.

sang artériel des reins? C'est là une hypothèse dont rien ne démontre l'exactitude. On a aussi soutenu que l'aspect particulier de la peau auquel on a donné le nom de *maladie bronzée* (maladie d'Addison) coïncidait quelquefois avec une certaine altération des capsules surrénales, ce qui tendrait à prouver que ces glandes jouissent de la propriété de modifier une substance que le sang contient et qui se transformerait facilement en pigment; mais on a rencontré cette affection chez des individus dont les capsules surrénales étaient tout à fait intactes.

Sécrétions du foie. Le foie est la plus volumineuse des glandes de l'organisme; elle forme environ la trente-sixième partie du poids du corps. Nous avons déjà dit quelques mots de la situation qu'elle occupe dans l'abdomen, en étudiant l'influence de la bile dans la digestion.

Le foie est formé d'un nombre considérable de petits lobules juxtaposés, de la grosseur d'un grain de millet, de forme irrégulièrement polyédrique, contenant chacun un grand nombre de cellules, dites *cellules hépatiques*, qui constituent l'élément sécréteur de cet organe. Ces cellules, sorte de vésicules arrondies ou polygonales, contiennent un liquide granuleux de la couleur de la bile.

Le foie reçoit du sang artériel par une artère peu volumineuse, l'*artère hépatique*, et du sang veineux par un vaisseau, au contraire, très-volumineux, la *veine porte*, qui peut être comparée, comme nous l'avons déjà dit, à un arbre dont les racines nées des diverses parties du tube digestif se réuniraient pour former un tronc qui pénétrerait dans le foie, où il se ramifierait à l'infini. Les capillaires de ces vaisseaux se continuent avec ceux des veines sus-hépatiques qui conduisent au cœur, par la veine cave, le sang sortant du foie.

Le nombre et la disposition des vaisseaux du foie rendent cet organe très-sujet aux fluxions, c'est-à-dire exposé à recevoir, dans un temps donné, plus de sang qu'il n'en peut sortir dans le même temps. Cette fluxion se produit normalement pendant le travail digestif, mais devient permanente chez les forts mangeurs. Diverses

substances, comme les épices, le plomb, le phosphore, l'alcool, la produisent également.

Les lobules sont disposés autour des nombreuses branches des veines sus-hépatiques, sur lesquelles ils s'implantent par un petit pédicule, rameau de ces vaisseaux, de la même façon que les globules des autres glandes sont appendus à leurs canaux excréteurs. On peut comparer ces veines aux branches d'un arbre dont les feuilles seraient formées par les lobules.

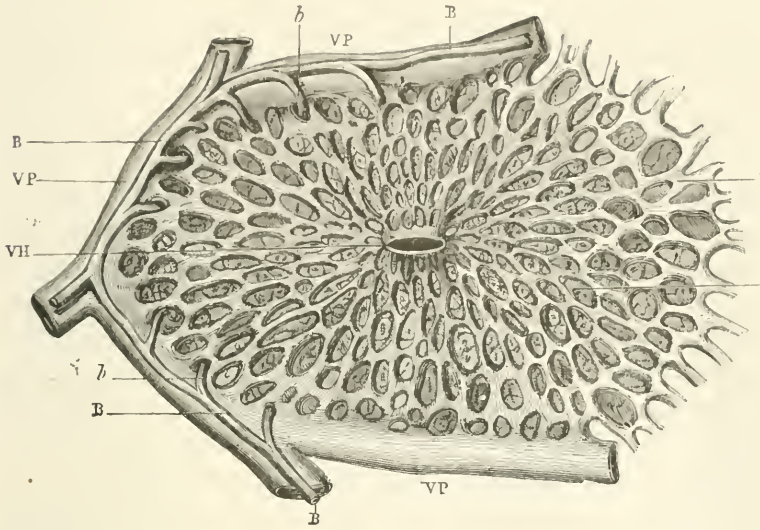


Fig. 126. — *Coupe d'un lobule du foie.**

Les cellules que contiennent les lobules forment un réseau dont les mailles sont limitées par des capillaires communiquant, à la périphérie des lobules, avec les ramifications de la veine porte et, à leur centre, avec les radicules des veines sus-hépatiques.

Par suite de l'étendue des vaisseaux qu'il parcourt, le sang devrait circuler dans le foie très-lentement; mais, d'après Claude Bernard, il peut traverser rapidement cet organe sans passer par les

* VH) Branche de la veine hépatique. — VP) Branche de la veine porte. — R) Mailles du réseau capillaire du lobule. — *c*) Cellules hépatiques. — B, *b*) Canalicules biliaires. (Cette figure et celle de la page 168 sont empruntées aux *Leçons* de M. Cl. Bernard.)

capillaires, au moyen de canaux assez volumineux qui font communiquer directement la veine porte avec les veines sus-hépatiques.

Outre ces vaisseaux, le foie contient un grand nombre de canalicules doublés d'un épithélium, considérés par divers auteurs comme constitués à leur origine par un cul-de-sac qui s'arrêterait presque à la surface du lobule, et sur la paroi duquel se ramifieraient les capillaires de l'artère hépatique. D'autres observateurs admettent, au contraire, que ces canalicules, au lieu de s'arrêter à la surface du lobule, envoient à son intérieur des ramifications très-fines qui embrasseraient chacune des cellules hépatiques. Ceux qui admettent l'existence des culs-de-sac les comparent à des glandes en grappe et les envisagent comme les organes sécréteurs de la bile, alors que les cellules des lobules seraient les organes sécréteurs du sucre, comme nous le verrons plus loin. Le foie serait ainsi composé, en réalité, de deux glandes différentes. Les auteurs qui admettent, au contraire, la ramification des canalicules dans les lobules considèrent les cellules hépatiques comme les organes formateurs de la bile.

Quel que soit le lieu de formation de la bile, elle est versée par les canalicules dans un canal unique appelé *canal hépatique*, dont la continuation, nommée canal *cholédoque*, la conduit à l'intestin. Il se détache de ce canal une branche nommée *canal cystique*, terminée par un renflement qui constitue la *vésicule biliaire*.

C'est dans ce renflement que s'amasse la bile. Par suite de l'étroitesse de l'ouverture du canal cholédoque dans l'intestin, elle s'écoule fort lentement et est obligée de refluer vers la vésicule. Pendant le travail digestif elle est expulsée de cette dernière par la contraction de ses parois et probablement aussi par la compression qu'exercent sur elle les organes contenus dans l'abdomen.

En liant la veine porte, opération qu'il est du reste fort difficile de pratiquer sans causer la mort, on n'arrête pas la sécrétion de la bile; mais, en liant l'artère hépatique, on l'arrête généralement. Cependant les résultats obtenus par divers expérimentateurs n'ont pas été toujours concordants, et dans l'état actuel de la science on ne saurait affirmer que le sang de la veine porte ne joue aucun rôle dans la formation de la bile.

La sécrétion de la bile, liquide dont nous avons étudié la composition en traitant de la digestion, s'élève à 1 kilogramme par 24 heures, c'est-à-dire à 15 grammes environ par kilogramme du poids du corps.

Toute la bile sécrétée dans l'intestin n'est pas utilisée pour le travail de la digestion. Un homme qui sécrète 1 kilogramme de bile en 24 heures n'expulse que 200 grammes de matières fécales dans le même temps. On dit généralement que la plus grande partie de la bile rentre dans le torrent de la circulation. Mais il nous semble difficile d'admettre qu'une masse pareille de liquide soit inutilement sécrétée, et nous considérons comme beaucoup plus probable que la majeure portion des matériaux solides de la bile est expulsée avec les excréments, tandis que l'eau qui sert à la dissoudre rentre seule par absorption intestinale dans le torrent circulatoire.

En dehors de son rôle dans la digestion — rôle mal déterminé encore, comme nous l'avons vu — le foie peut vraisemblablement être considéré comme un organe dépurateur destiné, de même que les reins, à éliminer certains principes du sang. Cette opinion, qui fut celle des physiologistes de l'antiquité, est celle à laquelle la science moderne tend à nous ramener. Nous avons dit déjà que la cholestérine est considérée par divers expérimentateurs comme un produit de désassimilation du système nerveux et que, d'après des recherches récentes, l'urée, produit de la désassimilation des tissus azotés, se formerait dans le foie. Ce qui prouve bien, du reste, que la bile ne sert pas uniquement à la digestion, c'est que chez le fœtus, dont le foie est très-volumineux, la sécrétion biliaire s'opère, alors cependant qu'aucun aliment n'est introduit dans le tube digestif. Elle y constitue ce qu'on appelle le *méconium*, dont l'expulsion a lieu après la naissance. A moins d'envisager la bile comme une sécrétion à peu près sans but, on ne peut guère la considérer autrement que comme un produit de dépuration du sang analogue à l'urine.

Il serait possible que le foie fût, dans une certaine mesure, un organe complémentaire du poumon. D'après divers observateurs, dans les pays chauds, où l'air dilaté par la chaleur contient moins d'oxygène sous un volume déterminé que dans les pays froids, la

respiration n'introduirait pas une quantité suffisante d'oxygène dans les poumons, et, en effet, ces organes dégageraient moins d'acide carbonique que dans les pays tempérés. Le foie et la peau agiraient alors comme organes complémentaires en éliminant, sous forme de bile, de sueur, etc., les produits accumulés dans le sang et qui, incomplétement oxydés, ne se sont pas transformés en acide carbonique. Lorsqu'elle est poussée à l'excès, cette exagération des fonctions de la peau et du foie aurait pour conséquences les maladies de ces organes qu'on observe si souvent sous de chaudes latitudes.

Ce serait aussi peut-être par suite de la formation dans le sang d'un excès de matériaux à éliminer et de l'exagération consécutive de l'activité du foie que les excès, les chagrins, les fatigues, etc., amènent des lésions de cet organe. Sans doute aussi sous l'influence des mêmes causes se produit cette coloration jaunâtre de la peau qu'on observe à la suite de veilles et de fatigues prolongées.

La force qui fait avancer la bile dans les voies biliaires est simplement la poussée exercée par le liquide sécrété. Cette force étant minime, le moindre obstacle, tel que l'inflammation catarrhale du canal cholédoque, par exemple, suffit pour entraver l'issue de la bile dans l'intestin. Ce liquide s'amasse alors dans le foie et pénètre bientôt par infiltration dans les vaisseaux sanguins. Il en résulte l'affection nommée *ictère*, caractérisée principalement par la coloration jaunâtre de la peau et la décoloration des selles. C'est une maladie qui accompagne fréquemment les catarrhes de l'estomac et de l'intestin, par suite de l'extension de leur inflammation au canal cholédoque.

L'ictère n'a pas toujours pour cause la rétention de la bile dans le foie. D'après les recherches de Virchow, Hoppe-Seyler, etc., la matière colorante de la bile pourrait se former directement dans les vaisseaux sans l'intervention du foie et aux dépens de la matière colorante du sang. En injectant, en effet, dans le sang des animaux des substances susceptibles de dissoudre les globules sanguins, on produit artificiellement cette affection. L'ictère observé à la suite d'empoisonnements par l'éther et le chloroforme serait dû à la dissolution des globules sanguins et à la transformation de leur matière colorante en matière colorante de la bile dans les

vaisseaux eux-mêmes. Il en serait de même de l'ictère produit par la morsure des serpents, la fièvre jaune, l'infection purulente, etc. Dans tous les cas d'ictère, il doit toujours y avoir finalement, du reste, dissolution partielle des globules, car les acides biliaires jouissent de la propriété de les dissoudre.

Il est probable que c'est à cette dissolution des globules sanguins qu'est dû le ralentissement des fonctions et l'affaissement des forces qu'on observe chez les malades atteints de cette affection. Nous avons vu, en effet, que l'action vivifiante du sang sur les tissus n'est due qu'à la présence des globules.

Outre la bile, le foie produit encore une substance particulière, *matière glycogène* ou *amidon hépatique*, susceptible de se transformer en cette variété de sucre nommée *glucose*. Elle prend naissance dans les cellules hépatiques, où elle s'accumule sous forme de granulations très-fines, dont, par diverses manipulations, on l'extrait facilement à l'état de poudre blanchâtre. Elle dérive soit des matières grasses, soit du dédoublement des matières azotées.

Le sucre formé dans le foie ou résultant de la digestion des substances féculentes ou amylacées, et amené dans cet organe par la veine porte, ne passe pas dans les canaux biliaires. Dissous dans le sang, il est conduit par les veines sus-hépatiques dans la veine cave inférieure, qui le jette dans le cœur. Ce n'est qu'après avoir traversé cet organe qu'il disparaît graduellement, en subissant des transformations dont les termes ultimes sont de l'eau et de l'acide carbonique, destinés à être rejetés au dehors.

L'analyse chimique du foie démontre qu'il contient normalement du sucre; le foie de veau en renferme de 2 à 4 p. 100; celui de l'homme de 1 à 1 1/2 pour 100. Chez les animaux dont l'alimentation est riche en substance féculente, les poules par exemple, la proportion de sucre contenue dans le foie peut atteindre 10 p. 100.

Pendant la vie, la circulation enlève au foie le sucre qui s'y forme à mesure de sa production, et il n'en contient alors que des traces, ainsi qu'on le constate facilement en analysant immédiatement une portion de ce tissu enlevée chez un animal vivant et bien égouttée pour en chasser le sang. Après la mort, la circulation

étant arrêtée, le foie s'imbibe de cette substance. Si alors on le fait traverser par un courant d'eau introduit par la veine porte, le liquide sort bientôt limpide et au bout d'une heure ne contient plus de sucre. Qu'on recommence l'opération après quelques heures et l'on constatera qu'il en contient de nouvelles quantités formées aux dépens de la matière glycogène que l'organe renferme.

Plusieurs physiologistes soutiennent que le sucre contenu dans le foie provient uniquement des aliments féculents ingérés; mais, lorsqu'on nourrit un animal exclusivement avec de la chair, le sang qui sort du foie contient toujours du sucre, tandis que celui qui y pénètre, c'est-à-dire celui de la veine porte, n'en contient habituellement pas. En outre, comme certaines lésions du système nerveux produisent une exagération considérable de la quantité de sucre qui sort du foie, et que, du reste, cet organe peut, ainsi que nous l'avons dit, en fournir après sa séparation du corps, il est certain que la production de cette substance dépend de l'activité du foie et n'est pas uniquement subordonnée à la proportion des aliments féculents ou sucrés absorbés.

Le foie n'est pas le seul organe qui contienne du sucre; on en rencontre encore dans divers organes du fœtus et dans l'œuf des oiseaux.

Claude Bernard, admettant qu'une hypersécrétion du foie produisait un excès de sucre dans le sang, pensa qu'en irritant la moelle au niveau de la racine des nerfs pneumogastriques, nerfs dont les filets se distribuent au foie, on exagérerait les fonctions de cet organe. L'expérience confirma sa supposition; mais l'auteur ayant coupé ensuite les mêmes nerfs, il obtint exactement le même résultat qu'en les excitant, ce qui prouve la réserve qu'il faut apporter dans les conclusions à tirer d'une expérience physiologique.

Le mécanisme de la production du sucre dans le foie est, en réalité, inconnu. Claude Bernard le considère, ainsi qu'il le fait pour les autres sécrétions, comme une paralysie des nerfs vaso-moteurs. Le curare, qui produit la paralysie de ces nerfs, exagère la formation du sucre comme il exagère toutes les sécrétions. Cette paralysie agirait en permettant la dilatation des vaisseaux et, par suite, l'affluence d'une plus grande quantité de sang dans le foie.

Lorsqu'il se forme dans le foie plus de sucre qu'il ne peut s'en détruire dans le sang, cette substance se rencontre dans toutes les sécrétions, l'urine notamment, et il en résulte alors un état pathologique auquel on a donné le nom de *diabète*.

Le diabète n'est pas cependant, en réalité, une maladie. C'est le symptôme d'affections fort diverses. Il peut être, en effet, le résultat, soit, comme dans certaines lésions du système nerveux, de la production d'un excès de sucre dans le foie, soit d'une incomplète oxydation du sucre formé dans cet organe, comme par exemple à la suite de lésions pulmonaires qui entravent la respiration, soit encore de l'introduction trop abondante d'aliments féculents ou sucrés dans l'intestin.

Le sucre, du reste, peut se montrer passagèrement dans l'urine sans qu'il y ait diabète, comme l'acide urique peut s'y montrer sans qu'il y ait gravelle. Ce n'est qu'après un examen répété de ce liquide à plusieurs jours d'intervalle que l'on peut tirer des conclusions certaines de sa présence.

Quoi qu'il en soit des théories sur le diabète, on peut dire que c'est un état pathologique commun chez les individus sédentaires, faisant très-peu d'exercice. M. le professeur Bouchardat affirme que sur 20 individus de 40 à 60 ans appartenant aux Assemblées législatives, aux grandes Sociétés savantes, aux positions élevées du commerce et de la finance, on trouve au moins un diabétique. C'est surtout chez les notaires qu'on l'observe le plus fréquemment*. C'est une affection avec laquelle on peut vivre quelque temps, mais qui finit presque invariablement par amener la mort.

Les effets du diabète sont faciles à comprendre. Le sang chargé de sucre absorbe avec avidité, par endosmose, la partie liquide de tous les tissus; il en résulte leur dessèchement et une soif ardente que le malade ne réussit pas toujours à étancher en avalant

* «Tout homme gras et robuste, dit notre savant confrère M. Marchal de Calvi, qui boit et mange bien, qui est sujet aux furoncles, qui, surtout, a eu des anthrax, dont le caractère change, qui a les gencives ramollies, qui a souffert de la gravelle, du lumbago, de la sciatique, est suspect d'avoir le diabète, et l'on ne peut trop se hâter de s'en assurer, à plus forte raison s'il maigrit et s'affaiblit. Dans aucune maladie l'apparence n'est plus trompeuse que dans le diabète; dans aucune la mort n'est plus habile à dissimuler ses coups.»

10 à 12 litres d'eau par jour. Cette soif inextinguible est généralement un des premiers symptômes qui attirent l'attention sur cette affection. En même temps, le malade éprouve une faim considérable due à ce que la plupart des aliments, étant convertis en sucre, sont, en réalité, perdus pour la nutrition.

Le sang épaissi par le sucre qu'il contient perd une partie de ses propriétés; la circulation dans les capillaires est entravée, les phénomènes d'endosmose imparfaits et la nutrition incomplète; aussi les sujets diabétiques sont-ils fréquemment atteints d'érésypèle, de phlegmons, de gangrène, etc., produits sans doute par la gêne de la circulation. Chez eux, les blessures n'ont aucune tendance à la cicatrisation et sont le plus souvent suivies d'accidents mortels. Fréquemment aussi ils sont atteints de troubles de la vision, résultant, soit de l'opacité du cristallin, soit du défaut d'excitation de la rétine par suite de l'insuffisance de sa nutrition.

On comprend facilement que l'hydrothérapie, qui facilite la circulation dans les capillaires, et l'exercice, qui augmente la quantité d'oxygène absorbée, aient une influence heureuse sur le diabète en favorisant l'oxydation du sucre formé. La diminution des aliments sucrés et féculents réduit aussi la quantité de sucre qui se trouve dans le sang. Mais, dans les dernières périodes de l'affection, le sucre se forme aux dépens des aliments azotés eux-mêmes. D'après Griesinger, les trois cinquièmes des matières albumineuses contenues dans la viande peuvent alors être converties en sucre. Du reste, en supprimant les féculents de l'alimentation des diabétiques, on ne s'attaque qu'aux effets du mal et non à sa cause. Mais, en médecine, la connaissance des causes est si rare que nous en sommes le plus souvent réduits à combattre des symptômes, quelque incertaine qu'une pareille thérapeutique puisse être.

Nous voyons, par ce qui précède, que le foie possède cette double fonction : produire du sucre et sécréter de la bile. Ce sucre produit a-t-il pour but d'engendrer de la chaleur par son oxydation? La bile sert-elle uniquement à la digestion ou est-elle, comme nous nous le sommes demandé déjà, un produit de la dépuration du sang? Ici nous pénétrons dans le champ des hypothèses; nous y

pénétrerons encore en nous demandant si la richesse plus grande en globules blancs et en fibrine du sang qui sort du foie, et si la petitesse des globules rouges qu'on y rencontre prouvent suffisamment que cet organe détruit les globules et en forme de nouveaux. Mais énoncer des hypothèses est souvent utile, car c'est généralement en cherchant à les vérifier par l'expérience qu'on arrive à la découverte de faits importants. Le foie est un des organes les plus volumineux de l'économie; sa structure et la masse de sang qui le traverse nous prouvent qu'il joue un rôle important; mais bien des investigations seront nécessaires encore pour élucider ce rôle.

§ 3.

ÉTUDE DE L'ABSORPTION.

C'est en vertu d'une force particulière nommée *absorption* que se fait la nutrition des tissus. Bien que son étude fasse partie de la physique, elle joue un rôle trop important en physiologie pour que nous ne lui consacrions pas quelques pages.

Mécanisme de l'absorption. Tous les êtres vivants sont formés de cellules* ou de corps qui en dérivent. Au début de leur existence ils sont uniquement constitués par des cellules isolées ou juxtaposées.

La cellule représente donc l'être organisé sous sa forme la plus simple. Sa propriété fondamentale est d'échanger constamment les matériaux qu'elle contient contre d'autres matériaux qu'elle emprunte au milieu où elle est plongée. Quand ce double mouvement d'assimilation et de désassimilation vient à s'arrêter, elle cesse de vivre.

L'introduction et le rejet alternatifs de certains éléments à travers les parois de cette cellule ne se font pas en vertu d'une propriété particulière résultant de sa vitalité. Un phénomène d'échange analogue s'observe à travers les parois de tout sac membraneux,

* On désigne sous ce nom, en anatomie, des corps constitués par un sac formé d'une *vésicule* contenant généralement un liquide dans lequel nagent un ou plusieurs corpuscules nommés *noyaux*.

une vessie par exemple, contenant un liquide et plongée dans un liquide différent. La plupart des liquides ou gaz dissemblables séparés par une membrane tendent à se mélanger à travers les parois de cette membrane. C'est un phénomène physique, dont la cause première, comme toutes les causes premières, nous est parfaitement inconnue, mais que l'observation a appris à constater.

On donne habituellement le nom d'*endosmose* ou, mieux, d'*osmose*, à la force particulière qui produit cet échange d'où résulte l'absorption. Toutes les membranes organiques, telles que la peau et les muqueuses, par exemple, peuvent, à des degrés divers, être ainsi traversées par les gaz et liquides avec lesquels elles sont en contact. Ce n'est même qu'en raison de cette propriété que les êtres organisés peuvent se nourrir et se débarrasser des produits usés de leurs tissus. La digestion et la respiration sont, en dernière analyse, des phénomènes d'endosmose.

On étudie facilement l'endosmose au moyen de l'appareil nommé *endosmomètre* ou *osmomètre*, qui consiste simplement en un tube fermé à sa partie inférieure par une membrane animale, un fragment de vessie, par exemple. Ce tube, maintenu dans une position verticale par un support, est rempli d'une solution saline ou sucrée et plongé dans de l'eau pure, de façon que le niveau du liquide du tube et celui de l'eau du vase se correspondent. En laissant l'appareil au repos, on constate, au bout d'un certain temps, que l'eau du tube s'est élevée et en même temps qu'une portion du liquide sucré ou salin qu'il contient est passée dans le vase. Il y a eu donc deux courants en sens inverse et d'intensité inégale des liquides l'un vers l'autre *.

A l'époque, récente encore, où commença l'étude de ce phénomène, le premier courant fut désigné sous le nom d'*endosmose;* le second, sous celui d'*exosmose*. On les considérait alors comme

* L'endosmomètre s'emploie fréquemment, sous le nom de *dialyseur*, pour séparer de certains liquides les corps qu'ils contiennent. On s'en sert notamment dans l'industrie sucrière pour débarrasser les liquides sucrés des sels qu'ils renferment. Le dialyseur des laboratoires est simplement un large cylindre de verre, peu élevé, fermé à sa partie inférieure par un morceau de papier parchemin. Quand le liquide contenu dans l'appareil n'a que un ou deux centimètres de hauteur, la dialyse se produit très-vite.

produits par deux forces particulières. On admet généralement maintenant que le mélange des liquides est simplement un phénomène de *diffusion*. On désigne sous ce dernier nom la propriété que possèdent des liquides de densité différente, tels que l'eau et l'alcool, par exemple, de se mélanger après avoir été superposés. La rapidité avec laquelle se fait la diffusion dépend de la nature des liquides mis en présence. Les substances qui se diffusent facilement, comme les sels solubles, par exemple, ont été nommées *cristalloïdes;* celles qui se diffusent lentement, comme la gomme, *colloïdes*. La diffusion est impossible entre les liquides non susceptibles de se mélanger, tels que l'eau et l'huile par exemple.

La diffusion qui se fait entre les liquides en contact se fait aussi entre les liquides séparés par une membrane, et c'est alors qu'elle prend le nom d'*osmose*. La différence de vitesse des deux courants dépend probablement en partie de l'inégalité de l'action capillaire exercée par la cloison perméable sur les matières que les liquides contiennent.

Voies de l'absorption. Les voies de l'absorption chez les animaux sont les veines et les vaisseaux lymphatiques, les premières surtout. Ce sont des organes terminés en cul-de-sac, formant, par suite, un réseau clos de toute part. Les injections faites dans leur intérieur ne s'échappent jamais au dehors. C'est donc à *travers* leur tissu que se fait l'absorption, bien qu'il soit assez dense pour que les substances les plus finement pulvérisées ne puissent le traverser. Ces vaisseaux ne sont nullement munis de *bouches absorbantes*, comme on le croyait autrefois.

Ce n'est qu'à la condition que la circulation se maintienne intacte que l'absorption peut se produire. Qu'on empoisonne un animal en lui injectant du curare ou du venin de serpent dans les tissus d'un membre, la compression du membre entre la plaie et le cœur empêchera l'absorption; c'est pour cette raison qu'une ligature appliquée au-dessus de la blessure produite par la morsure d'un chien enragé, en attendant la cautérisation, est fort utile.

L'absorption est précédée par l'imbibition, qui fait pénétrer dans les tissus, à une certaine profondeur, comme l'eau dans une éponge.

les produits liquides que les courants sanguin et lymphatique entraînent ensuite.

La vitesse de l'absorption dépend de la nature et de l'épaisseur des membranes que les liquides ont à traverser. Fort rapide dans les poumons, elle est, au contraire, fort lente à la surface de la peau, dont l'épiderme est peu perméable. Nous allons l'étudier dans les divers tissus.

Absorption cutanée. L'absorption cutanée, c'est-à-dire l'absorption par la peau, n'est pas douteuse, bien que la diversité des résultats observés quand on plonge des animaux dans des bains l'ait fait contester pendant longtemps. Après une immersion dans un bain il arrive, en effet, tantôt que le corps augmente de poids; tantôt, au contraire, qu'il diminue; tantôt, enfin, qu'il n'éprouve aucune variation. Il est probable que ces différences tiennent uniquement à la température du bain : « Lorsque, dit Béclard, la température du bain est supérieure à celle du corps, celui-ci lutte contre l'élévation de température par la sécrétion de la sueur; la sortie du liquide du dedans au dehors devient prédominante, et le corps perd. Lorsque la température du bain est inférieure à celle du corps, l'absorption cutanée l'emporte sur l'évaporation pulmonaire et le corps gagne en poids; l'eau du bain s'introduit dans l'économie; c'est ce qui a lieu dans le bain ordinaire ou bain tiède. Enfin, lorsque le bain est à peu près à la température du corps, il y a balance, le corps n'augmente ni ne perd en poids. »

La température de 20 à 25 degrés est celle qui paraît la plus favorable à l'augmentation du poids du corps dans les bains.

Les faits précédents sont incontestables; mais peut-on les invoquer pour prouver la réalité de l'absorption du liquide dans lequel un corps est plongé? Pour répondre à cette question, il suffit d'examiner la méthode employée pour constater les variations de poids du corps à la sortie du bain.

En apparence, cette méthode paraît fort simple et ses résultats fort probants. Après avoir pesé l'individu avant son immersion, on le pèse immédiatement après, et comme on admet que le poids de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique qui s'échappent constam-

ment par les poumons et la peau est le même dans l'air que dans l'eau, on ajoute au poids reconnu du corps après sa sortie du liquide le poids d'acide carbonique et de vapeur d'eau que l'individu aurait exhalé dans l'air pendant le temps qu'il est resté dans l'eau. Supposons que ce poids soit de 60 grammes. S'il n'y a pas eu variation du poids du corps après une heure de séjour dans le bain, on en conclut que la peau a absorbé 60 grammes de liquide, puisque le corps aurait dû diminuer de cette quantité pendant l'intervalle mentionné. Il est facile de faire plus d'une objection aux résultats ainsi obtenus. D'abord, rien ne prouve que l'exhalation pulmonaire et cutanée soit la même dans l'air que dans l'eau, où le corps subit une pression considérable. Ensuite, il est fort possible que l'élévation de poids du corps, quand la température baisse, résulte, non d'une introduction de liquide à travers la peau, mais simplement de ce qu'il s'est formé dans les tissus une moins grande quantité de vapeur d'eau et d'acide carbonique, ou de ce que ces composés sont restés emprisonnés dans le sang, ou encore, hypothèse qui nous paraît la plus probable, de ce que, au lieu d'être expulsée par la peau, l'eau aura été éliminée par les reins et, par suite, accumulée dans la vessie.

Quoi qu'il en soit des causes des variations de poids du corps dans les bains, il est certain qu'elles se produisent sous l'influence des changements de température du liquide. Cette indication importante ne doit jamais être perdue de vue dans la pratique. Les effets du bain varient, du reste, suivant sa température; un bain froid et court est tonique; un bain chaud prolongé, calmant et débilitant.

On voit, par ce qui précède, que l'absorption de l'eau par la peau des animaux qui sont plongés dans ce liquide n'est pas rigoureusement démontrée*. Il faut donc choisir d'autres exemples pour prou-

* Les animaux inférieurs, n'étant pas recouverts d'un épiderme sec et épais comme celui des animaux supérieurs, absorbent rapidement les liquides dans lesquels ils sont plongés. Un colimaçon plongé dans l'eau, la tête hors du liquide, double de volume en quelques heures. Une grenouille émaciée par l'abstinence et ne pesant que 33 grammes en pèse 43 après une courte immersion dans l'eau. Des rotifères ou des tardigrades desséchés depuis plusieurs années reviennent à la vie quand on les humecte avec ce liquide.

ver la réalité de l'absorption cutanée. On la démontre facilement en faisant dissoudre dans un bain où le corps séjourne ensuite un certain temps, des substances médicamenteuses susceptibles de produire un effet déterminé. L'absorption est minime, mais elle a lieu. L'expérience a prouvé qu'elle atteignait son maximum quand on sort du bain et qu'on laisse sécher le liquide à la surface du corps. Les substances qu'il tient en dissolution sont alors réduites à l'état de poudre très-fine, qui pénètre à travers les pores de la peau. C'est là une indication essentielle dont les baigneurs d'eau de mer ou d'eau minérale peuvent très-utilement tirer parti.

Le fait qui démontre le mieux l'absorption des médicaments dans les bains est l'empoisonnement produit par le séjour dans de l'eau contenant en solution un principe toxique. D'après Chrzonzewski, un animal plongé dans de l'eau contenant 1 p. 100 de strychnine meurt au bout de trois heures; dans de l'eau contenant 1 p. 100 de nicotine, la mort arrive au bout d'une heure.

L'absorption cutanée se fait d'une façon beaucoup plus rapide quand les substances à absorber, au lieu d'être introduites dans l'eau, sont mélangées à des corps gras, avec lesquels on frictionne le corps. Une friction sur le ventre avec une pommade contenant de l'huile de croton tiglium purge rapidement. L'application de substances qui ramollissent l'épiderme favorise aussi l'absorption. Du laudanum versé sur un cataplasme que l'on applique sur le corps est absorbé d'une façon rapide. Ce calmant ainsi employé à haute dose par des personnes peu familières avec la physiologie de l'absorption a souvent produit des empoisonnements mortels.

Les frictions favorisent considérablement aussi l'absorption cutanée. De la pommade mercurielle appliquée sur la peau n'est absorbée que quand on frictionne l'épiderme, probablement par suite de l'augmentation de pression. L'accroissement de la rapidité de l'absorption sous l'influence de la pression est journellement usité en chirurgie pour la résolution d'engorgements et de certaines tumeurs par l'application de bandages compressifs. Le succès du massage méthodique dans le traitement de l'entorse n'a probablement pas d'autres causes.

La peau absorbe non-seulement les corps liquides et pulvérulents appliqués à sa surface, mais encore les gaz. En plongeant un animal dans un milieu délétère, on le voit rapidement périr, bien qu'on ait soin de lui maintenir la tête hors de l'appareil contenant le gaz, afin qu'il puisse respirer un air parfaitement pur.

La peau privée de son épiderme a un pouvoir absorbant bien supérieur à celui qu'elle possède quand elle en est recouverte. Les ulcères et les plaies absorbent rapidement les corps en contact avec leur surface, et c'est une des raisons du danger que présente une atmosphère impure pour les blessés.

La médecine utilise fréquemment la propriété absorbante considérable de la peau dépouillée de son épiderme par un moyen quelconque, un vésicatoire par exemple, pour obtenir l'absorption de certaines substances, telles que la morphine. Cette méthode d'administration des remèdes sur le derme mis à nu a reçu le nom de *méthode endermique*.

Le *tissu cellulaire sous-cutané* est aussi doué de propriétés absorbantes énergiques. On se sert également de cette voie d'absorption pour introduire des médicaments dans l'économie. Le médicament qu'on veut administrer, dissous dans un liquide approprié, est introduit dans une petite seringue graduée, terminée par une aiguille perforée dans toute sa longueur. L'aiguille étant enfoncée sous la peau, il ne reste plus qu'à pousser lentement le piston de l'instrument pour faire pénétrer le liquide.

Absorption à la surface des muqueuses. Les muqueuses qui recouvrent les organes internes du corps ont également un pouvoir absorbant supérieur à celui de l'épiderme, mais moindre que celui des tissus eux-mêmes dépouillés de cette enveloppe protectrice. C'est à la lenteur de l'absorption des produits déposés sur elles qu'est dû, suivant Claude Bernard, ce fait en apparence singulier, que les venins et virus peuvent être impunément introduits dans l'estomac à doses qui seraient rapidement mortelles si on les faisait pénétrer par morsure ou autrement dans la profondeur des tissus. Dans le premier cas, l'absorption est assez lente pour que le poison soit éliminé

de l'organisme à mesure qu'il est introduit dans le sang, ce qui fait que ce dernier n'en contient qu'une petite quantité à la fois. Dans le second cas, au contraire, le poison se trouvant au contact des vaisseaux divisés, l'absorption est trop rapide pour qu'elle puisse être assez vite neutralisée par l'élimination.

Les muqueuses dépouillées de leur épithélium absorbent, comme la peau privée de son épiderme, d'une façon très-rapide. La lenteur de l'absorption à la surface de l'épithélium qui les recouvre est donc la seule cause de l'innocuité de l'ingestion de certains poisons.

Absorption intestinale. L'absorption à la *surface du tube digestif* ne se fait pas avec la même intensité sur toutes ses parties, ainsi que nous l'avons vu en étudiant la digestion. Elle s'opère par l'intermédiaire des veines et des vaisseaux chylifères contenus dans les villosités du tube intestinal.

Les chylifères reçoivent principalement les matières grasses. Elles y pénètrent, non par endosmose, puisque ce phénomène est impossible entre liquides qui ne peuvent pas se mélanger, mais probablement par imbibition, sous l'influence de la pression que les contractions des intestins font éprouver aux liquides qui s'y trouvent contenus. Quant à la cause qui fait que les matières grasses s'introduisent plutôt dans les chylifères que dans les veines, il est difficile de l'expliquer. Peut-être est-ce simplement parce que les globules graisseux glissent contre la paroi des vaisseaux veineux, tendus par le liquide qu'ils renferment.

C'est par endosmose que les veines absorbent les substances avec lesquelles elles sont en contact. L'analyse du sang de la veine porte comparé à celui des autres parties du corps a prouvé qu'elles n'absorbent que des quantités de graisse fort minimes. L'analyse a démontré également que le sérum du sang de la veine porte est plus riche en principes féculents sucrés et albuminoïdes que le sang des autres veines et que le contenu des vaisseaux chylifères. Elle a prouvé aussi que c'est par les veines intestinales que se fait l'absorption de l'eau, des sels et des substances médicamenteuses.

Les deux classes de vaisseaux absorbants, chylifères et veines des

villosités intestinales, que contient l'intestin représentent deux sortes d'endosmomètres superposés. Pour pénétrer dans les veines, le liquide extérieur a moins de chemin à parcourir que pour pénétrer dans les chylifères*.

Les liquides contenus dans ces deux osmomètres — veines et chylifères — sont le sang et la lymphe, liquides riches en albumine, dont le pouvoir endosmotique est très-considérable. Les matières

Fig. 127. — *Villosités de l'intestin de l'homme.*** (Grossies 100 fois.)

qui les baignent extérieurement sont les produits de la digestion. Pendant qu'ils se diffusent vers le sang et la lymphe, il s'établit un courant en sens inverse, qui fait passer dans l'intestin les liquides des vaisseaux des villosités. Quand, par une cause quelconque, ce

* L'examen de la figure 127 le fait immédiatement comprendre.

** 1, 1) Vaisseaux chylifères. — 2, 2) Vaisseaux sanguins.

dernier courant prédomine, il se manifeste une diarrhée plus ou moins abondante. Ainsi peut s'expliquer probablement l'action de divers purgatifs salins, tels que le sulfate de magnésie par exemple. Une partie de ce composé se diffuse dans les vaisseaux, qui abandonnent en échange dans l'intestin une certaine quantité de sérum.

La théorie nous indique que ce ne sont pas les seuls vaisseaux intestinaux qui sont le siége de deux courants en sens contraires. Ces courants doivent se produire sans doute dans tous les vaisseaux des divers points du corps; mais comme, probablement, ils se balancent à l'état normal, ils restent inaperçus.

Les substances actives prises à jeun ou à la suite d'une saignée ont une action bien plus énergique que celles absorbées après le repas ou avant la saignée. Cela tient, non pas à ce que l'absorption est alors plus rapide, comme on le dit généralement, mais à ce que, la quantité de sang étant moindre, la masse du liquide dans laquelle la substance active se répartit est réduite et, par suite, exerce sur les éléments des tissus une action plus intense.

Lorsque la circulation est ralentie, l'absorption à la surface du tube digestif est ralentie également, de même qu'elle l'est aussi dans les autres tissus, comme nous l'avons vu plus haut. C'est pour avoir oublié ce fait que Magendie et d'autres médecins ont empoisonné des cholériques en leur administrant à doses graduellement élevées des remèdes qui paraissaient inactifs, uniquement en raison du défaut d'absorption résultant du ralentissement de la circulation, mais qui, se trouvant absorbés quand le malade se ranimait, produisaient la mort*.

Absorption pulmonaire. L'absorption dans le poumon a déjà été étudiée en parlant de la respiration. Nous avons dit que les propriétés absorbantes de cet organe sont très-supérieures à celles de l'estomac, et expliqué pourquoi les médicaments et les substances toxiques, introduits dans l'appareil respiratoire, agissent beaucoup plus énergiquement que lorsqu'ils pénètrent dans l'estomac. L'action de certaines substances, telles que les parfums des fleurs, les vapeurs alcooliques des celliers, les gaz des fosses

* Voyez les faits cités dans notre Mémoire sur le *choléra*, p. 27.

d'aisance, ou de certaines atmosphères, telles que les atmosphères maritimes, ne s'explique que par la rapidité d'absorption de la muqueuse pulmonaire. Les mêmes corps introduits aux mêmes doses dans l'estomac resteraient sans effet. Ségalas a vu 10 centigrammes d'extrait de noix vomique introduits dans l'estomac d'un chien vigoureux rester sans action, tandis que la même dose introduite dans les bronches l'a fait rapidement périr. Un praticien très-distingué, M. le docteur Sales-Girons, a fait installer, pour l'absorption des liquides médicamenteux, des eaux minérales, etc., réduits en une sorte de poussière impalpable au moyen d'appareils spéciaux, des salles d'inhalation qui ont fourni les meilleurs résultats. Ce mode d'administration des remèdes, trop négligé encore des médecins, serait surtout précieux quand il faut agir rapidement. Je suis convaincu, d'après quelques expériences, qu'une hémorrhagie pulmonaire sera beaucoup plus promptement combattue par l'inhalation d'une solution pulvérisée de tannin ou de perchlorure de fer que par l'introduction des mêmes remèdes dans l'appareil digestif. Dans les cas où, par une cause quelconque, une syncope par exemple, le malade ne peut avaler, et surtout lorsque l'appareil digestif n'absorbe plus, comme dans le choléra, ce mode d'administration des médicaments est *le seul* qu'on puisse employer. La théorie indique qu'il serait certainement plus efficace et beaucoup moins dangereux que les injections dans les veines, préconisées dans ces derniers temps.

§ 4.

NUTRITION ET REPRODUCTION DES TISSUS.

Nutrition des tissus. La nutrition est la fonction par laquelle les éléments des tissus réparent leurs pertes. Elle se fait aux dépens des matériaux fournis par les appareils digestif et respiratoire.

Nous avons vu, au chapitre consacré à l'étude de l'alimentation et du régime, comment doivent être combinés les aliments pour réparer les pertes du corps, et pourquoi l'usage d'aliments contenant en excès certains principes et en proportion insuffisante certains

autres nécessite une ingestion considérable de matériaux nutritifs et par suite une dépense inutile de forces pour l'appareil digestif. Il pourrait même arriver que la dépense de forces nécessaire pour l'assimilation fût inférieure au gain produit et par suite l'entretien de la vie impossible. C'est là probablement ce qui arriverait à l'homme qui voudrait se nourrir exclusivement, par exemple, de certains végétaux herbacés. Il se trouverait dans le cas d'un négociant assez riche pour payer ses créanciers s'il pouvait réaliser ses créances en temps utile, mais qui, faute de pouvoir recouvrer son argent assez rapidement, est obligé de faire faillite.

Ce sujet a été suffisamment traité pour qu'il soit inutile d'y insister davantage. Ayant montré comment se répare l'ensemble des pertes du corps et comment s'opère l'absorption, il ne nous reste plus qu'à étudier la nutrition dans les divers tissus.

C'est aux dépens du liquide exhalé par transsudation hors des vaisseaux capillaires et qui baigne les éléments des organes que se fait la nutrition des tissus. Plus ces derniers sont riches en vaisseaux, plus le mouvement nutritif est rapide. Les tissus privés de vaisseaux, comme l'épiderme, les ongles, etc., ont toujours cependant une de leurs extrémités en contact avec le suc nourricier. Nous allons décrire rapidement les phénomènes de la nutrition dans les plus importants d'entre eux.

L'*épiderme* qui recouvre la peau et l'*épithélium* qui protége les muqueuses sont en contact par leur face inférieure avec un réseau sanguin abondant qui leur fournit les éléments d'une rénovation rapide ; leur nutrition est donc facile.

Les *ongles* se développent de même aux dépens des vaisseaux que contient le derme qu'ils recouvrent. Leur accroissement en longueur se fait dans la matrice de l'ongle; celui en épaisseur, dans la partie adhérente à la peau.

Les *cheveux* et les *poils* se nourrissent d'une façon analogue. L'accroissement a lieu du côté de la racine, seule partie par laquelle ils soient en contact avec des régions riches en vaisseaux.

Les *os* sont, jusqu'à leur entier développement, c'est-à-dire jusqu'à l'âge de 25 ou 30 ans chez l'homme. le sujet d'un travail nutritif très-rapide. Plus tard, leur rénovation est fort lente. Si on

administre à de jeunes animaux de la garance, leurs os se colorent en rouge; si on suspend l'usage de cette substance pour la reprendre au bout de quelques jours, on voit sur une coupe de l'os des couches blanches et rouges alterner. Chez l'adulte, la coloration par la garance se manifeste très-lentement, mais aussi elle persiste fort longtemps, malgré la suspension du régime garancé, ce qui prouve la lenteur du travail nutritif. Ce travail peut cependant s'accélérer dans certaines circonstances, comme, par exemple, lorsque le membre est fracturé ou encore lorsque l'animal est privé d'aliments calcaires. Dans ce dernier cas, l'organisme emprunte les éléments calcaires dont il a besoin aux os; mais ceux-ci finissent par se ramollir.

C'est aux dépens des éléments sanguins que contiennent les vaisseaux du périoste, membrane qui recouvre les os, que ces organes se nourrissent. Privé de périoste, l'os cesse de vivre et n'est plus qu'un corps étranger que tous les efforts de l'organisme tendront à expulser du corps.

Dans les tissus autres que ceux que nous venons de mentionner, le mouvement d'assimilation et de désassimilation est très-rapide, surtout dans les *tissus musculaire et graisseux*. Il est facile, comme on le sait, par le régime, d'augmenter ou de diminuer leur développement. Dans l'inanition, c'est sur ces deux derniers tissus que portent principalement les pertes.

Reproduction des tissus. Chez les animaux supérieurs, les tissus les moins compliqués, comme les poils, les ongles et les cheveux, jouissent de la propriété de se régénérer. Chacun sait que les cheveux ou les ongles coupés repoussent fort vite. Chez les animaux inférieurs, tous les tissus se renouvellent, des organes entiers se régénèrent après leur ablation. Une salamandre à qui on coupe la patte ou la queue en possède bientôt une nouvelle. En quelques semaines, les muscles, les vaisseaux, les nerfs, les os, toutes ces parties si délicates se sont régénérées. Quelques animaux très-inférieurs, tels que les polypes par exemple, peuvent même être coupés en plusieurs morceaux, dont chacun continue à vivre et devient bientôt un animal complet.

Chez les animaux supérieurs, les phénomènes de régénération de la plupart des tissus sont fort restreints. Quelques-uns de ces derniers, cependant, placés dans des conditions convenables, peuvent se régénérer. Un os enlevé d'un membre se régénère quand le périoste qui le recouvrait a été conservé. Les nerfs se régénèrent aussi dans une petite étendue.

Les adhérences que peuvent contracter des organes d'animaux de diverses espèces ou des organes du même animal d'abord séparés sont des phénomènes du même ordre. La patte d'un rat introduite sous la peau d'un autre rat s'y soude par suite de la formation de vaisseaux nouveaux et s'y développe. M. Bert est même parvenu à souder dos à dos et à faire vivre ainsi en bon accord forcé un rat et un chat. Des dents arrachées peuvent être replantées dans leurs alvéoles; des nez, des doigts, des langues et même, d'après quelques observateurs, des poignets coupés et remis en place se réunissent souvent aux parties dont ils ont été séparés et peuvent continuer à vivre. C'est en se basant sur cette vitalité de divers tissus qu'on est parvenu à refaire des portions d'organes, comme le nez par exemple, en empruntant pour leur restauration un lambeau de chair à une autre partie du corps. Les parties ainsi séparées d'un organe, puis réunies à un autre organe, se nourrissent, comme nous l'avons dit plus haut, par le développement de nouveaux nerfs et de nouveaux vaisseaux.

§ 5.

CIRCULATION DE LA MATIÈRE DANS LES ORGANES.

Les êtres vivants ne continuent à vivre qu'à la condition de se renouveler sans cesse. Pour tout ce qui vit et même pour tout ce qui a cessé de vivre, l'heure du repos ne doit jamais sonner. Pendant la vie, les éléments des corps changent constamment; après la mort, ils changent encore, et leurs principes transformés servent bientôt à la constitution de nouveaux êtres.

L'échange de la matière au sein des organes s'opère avec une rapidité considérable. On peut se rendre compte facilement des

pertes que subissent normalement les tissus en voyant ce qu'ils deviennent quand ces pertes ne sont pas réparées. Un vertébré soumis à une abstinence complète vit quinze jours environ et meurt après avoir perdu les quatre dixièmes de son poids *. En admettant que cette perte pût se prolonger sans que la mort arrivât, on voit, par un calcul fort simple, qu'un animal vertébré, tel que l'homme par exemple, aurait, en trente-sept jours, consommé la totalité de son corps.

Chez l'individu qui répare ses pertes complétement, l'échange de la matière s'opère plus vite que chez l'individu épuisé par l'abstinence ; aussi évalue-t-on à moins d'un mois le temps nécessaire à la rénovation complète de la plus grande partie du corps. Pendant les sept années qui, d'après la vieille croyance populaire, sont nécessaires pour le renouvellement complet du corps, les organes changent en réalité près de cent fois.

En tant que matière, l'homme se renouvelle donc constamment. Un événement que nous avons vu il y a quelques années a été vu en réalité par un être n'ayant rien de nous-même, mort depuis longtemps, et dont aujourd'hui aucune puissance humaine ne pourrait découvrir la trace. La forme seule qui change aussi, mais pas assez pour suivre la matière dans son évolution rapide, conserve à l'être vivant l'individualité sans laquelle il ne serait qu'un agrégat confus d'atomes. Si un homme arrivé à la fin de sa carrière pouvait fixer dans l'espace tous les éléments qui ont fait partie de ses organes et leur restituer leurs formes, il aurait devant les yeux les

* Les expériences de Chossat sur l'inanition ont prouvé que tous les tissus ne disparaissaient pas avec une rapidité égale. Les tissus graisseux et musculaire sont ceux qui s'usent le plus vite. Au moment de la mort le premier a perdu les neuf dixièmes, le second la moitié de son poids; les os, les deux dixièmes seulement. On peut se rendre compte de l'importance de ces pertes en examinant la composition approximative d'un homme pesant 70 kilogrammes. Elle peut se répartir approximativement de la façon suivante :

Muscles	28	kilogrammes.
Squelette.	12	»
Graisse.	10	»
Peau.	5	»
Viscères	6	»
Sang.	9	»
	70	

spectres d'une longue série d'êtres successivement animés par lui. L'amitié pieuse qui fait embaumer les restes d'êtres chéris pour soustraire à l'insatiable main du temps l'image de ceux qui ne sont plus, ne lui ravit qu'une bien minime fraction des formes revêtues par eux dans le cours de leur existence. Arrivé à 70 ans, l'homme, d'après les calculs indiqués plus haut, s'est renouvelé plus de huit cents fois*.

La vitesse de l'échange au sein des organes est, du reste, très-variable. Le travailleur et le penseur se renouvellent plus vite que l'homme oisif. L'activité fiévreuse de la pensée use promptement les tissus. L'adulte se renouvelle aussi plus rapidement que le vieillard. L'exercice méthodique, la gymnastique par exemple, accélèrent considérablement la rénovation des éléments. Ils les rajeunissent en réalité, en ne leur laissant pas le temps de vieillir.

On comprend facilement la nécessité d'une rénovation rapide des éléments quand on sait combien sont abondantes certaines sécrétions. Un homme perd en vingt-quatre heures 1 kilogramme d'eau par la peau et plus de 1 kilogramme d'urine par les reins. Il sécrète dans le même temps 1 kilogramme 1/2 de salive, 1 kilogramme de bile, 12 à 13 kilogrammes de suc gastrique. Un fumeur qui n'avale pas sa salive peut, comme le fait remarquer Moleschott, cracher en une journée la 85e partie de son corps.

L'animal ne peut emprunter directement au sol et à l'atmosphère les éléments jadis vivants dont il se nourrit. Il est obligé de les demander à d'autres animaux ou aux plantes chargées d'amener par une série de transformations *progressives* à l'état de matériaux complexes les matières très-simples, telles que l'eau, l'ammo-

* Ce principe de la science moderne, d'après lequel les êtres vivants se forment aux dépens des matériaux qui les entourent et y retournent après leur mort pour servir à la formation de nouveaux êtres, semble avoir été pressenti par les philosophes des époques les plus reculées. Nous en retrouvons la trace dans la doctrine de la métempsychose, la plus savante des religions antiques. Nous le trouvons nettement formulé aussi dans les doctrines des philosophes indoux. Considérant l'univers comme composé de cinq éléments, lorsqu'ils voulaient indiquer qu'un homme était mort, ils disaient: « l'homme est retourné dans les cinq éléments et rentré dans le sein de Brahma. » Dans une des fables de l'*Hitopadésa*, le sage Capila, parlant à un père de la mort de son fils, lui dit : « Ne sais-tu pas que le corps, composé de cinq éléments, retourne dans le Pantchatouam (quinquité) et se résout dans chacun de ses principes? »

niaque, l'azote, l'acide carbonique, etc., dans lesquelles, après leur mort, se résolvent en dernière analyse tous les êtres. Ces matériaux complexes, lentement élaborés par les plantes et devenus assimilables pour l'animal, sont bientôt ramenés par lui, après une nouvelle série de métamorphoses (*descendantes* cette fois), à leur état primitif. Changements perpétuels, dont l'origine remonte aux âges lointains où, sur la surface inanimée de notre planète, la vie commença à se manifester.

La série des métamorphoses que subit la matière dans les organes est mal connue. Les matériaux nutritifs sont composés de principes peu nombreux présentant la plus grande analogie chez le végétal et l'animal. Des transformations qu'ils subissent entre leur entrée dans les tissus et leur sortie, nous ne connaissons que quelques termes. Sans doute, il est démontré que les corps gras et sucrés se transforment finalement en eau et en acide carbonique, et les corps azotés en urée. Mais entre les corps gras ou sucrés et l'acide carbonique et l'eau, il y a toute une série de termes intermédiaires dont quelques-uns seulement, tels que les acides lactique, butyrique, acétique, etc., ont été isolés. De même, entre les corps azotés, tels que l'albumine ou la fibrine, et l'urée — terme ultime de l'oxydation des tissus — les transformations sont nombreuses et quelques-unes seulement (la créatinine, la xanthine, l'acide urique, etc.) ont été reconnues. Les progrès de la chimie pourront seuls compléter cette étude.

Laissant de côté les dépenses et les recettes des forces, que nous aborderons dans d'autres chapitres, nous venons d'étudier, dans la première partie de cet ouvrage, la balance des recettes et des pertes matérielles des organes. En recherchant l'origine et la fin des éléments qui constituent les êtres vivants, nous avons vu que, nés du sol et de l'atmosphère, ils leur empruntent pour leur rendre, après un temps très-court, les matériaux de leurs transformations incessantes. Sorti de la poussière, tout ce qui vit retourne à la poussière.

Mourir c'est changer, et comme les êtres vivants changent toujours, ils meurent en réalité sans cesse. Quand leurs organes ne se

renouvellent plus, leurs éléments retournent à leur source première et leur personnalité disparaît. Mais cette mort, en apparence définitive, la seule que connaisse le vulgaire, n'est que le prélude d'une vie nouvelle. Ramenés par des décompositions successives à leur état primitif, les éléments des corps vont bientôt servir à la formation de nouveaux êtres.

Les éléments qui constituaient les êtres d'hier forment donc ceux d'aujourd'hui. Ces populations étranges, dont nous séparent des périodes de siècles infinies et dont la science moderne est parvenue à reconstituer l'image, furent formées des mêmes matériaux que ceux qui constituent les êtres d'aujourd'hui. Combien serait curieuse l'histoire des molécules intégrantes de notre corps, si cette histoire pouvait être écrite! Que d'êtres innombrables et divers elles ont dû traverser, que de pays elles ont dû voir depuis le jour où la vie les anima une première fois! La poussière d'un César, comme le dit Hamlet à Horatio dans la scène du cimetière, la poussière d'un César sert peut-être aujourd'hui à boucher les fentes d'un vieux mur pour empêcher les vents d'hiver.

Dans ce perpétuel changement des choses, la matière seule, comme les forces qui en émanent, semble soustraite à la main du temps. Immuable dans son essence, invariable dans son poids, mais toujours changeante dans sa forme, son éternelle jeunesse semble défier les âges.

LIVRE III.

Production et dépense des Forces dans les organes.

CHAPITRE PREMIER.

LA CHALEUR ANIMALE.

§ 1er. *Les forces.* — Indestructibilité et transformation des forces. — États divers sous lesquels peuvent exister les forces. — Forces de tension et forces vives. — Énergie potentielle des aliments. — Origine des forces que les plantes contiennent. — Le monde végétal emmagasine de la chaleur solaire, d'où dérivent toutes les forces que met en liberté l'animal. — § 2. *Chaleur animale.* — Température des animaux. — Température du sang dans les divers organes. — Influences qui modifient la température. — Température chez les animaux inférieurs et chez les végétaux. — Influence de la chaleur sur les propriétés vitales. — Température animale dans les maladies. — Nouvelles expériences sur la lenteur du refroidissement après la mort. — Résistance des animaux aux températures extrêmes. — Insuffisance des indications fournies par le thermomètre pour apprécier l'influence de la température extérieure sur les êtres vivants. — Régulateurs de la chaleur animale. — Influence du système nerveux et de l'évaporation. — Sources de la chaleur animale. — Quantité de chaleur produite par l'oxydation des divers aliments. — Transformation de la chaleur dans les organes. — Conversion de la chaleur en force musculaire. — Toutes les forces des êtres vivants ne sont que de la chaleur transformée.

§ 1er.

LES FORCES.

Indestructibilité et transformation des forces. Nous avons vu qu'entraînée dans un mouvement circulaire éternel, la matière passe du monde minéral à la plante, de la plante à l'animal, et retourne au milieu d'où elle était primitivement partie, pour recommencer bientôt une nouvelle série de transformations.

La matière change donc constamment, sans se détruire jamais. En est-il de même des forces : mouvement, lumière, électricité, chaleur, etc., dont nous constatons chaque jour les effets? Sont-

elles également indestructibles, et une force ne peut-elle disparaître sans être remplacée par une force équivalente? La science moderne — et c'est peut-être sa conception la plus féconde — a prouvé qu'il en est ainsi. Protée aux mille formes, comme l'indestructible matière, la force aussi est impérissable, et quand elle semble disparaître, elle ne fait que se transformer. Lorsqu'on lance un boulet contre la cuirasse d'un vaisseau blindé, le projectile s'arrête en la touchant, et son mouvement est en apparence détruit; mais, en réalité, il n'en est rien. Anéantie comme mouvement, la force dont le boulet était animé reparaît sous forme de chaleur, et, en effet, le métal dont il est composé rougit. Une force quelconque, le mouvement, par exemple, peut ainsi se transformer en d'autres forces, telles que la chaleur, la lumière, l'électricité. On est même parvenu à calculer à quelle quantité de force d'une nature déterminée équivaut une quantité donnée d'une autre force. On sait, par exemple, que la chaleur nécessaire pour élever de 1 degré la température de 1 litre d'eau serait suffisante pour élever 1 kilogramme à la hauteur de 425 mètres.

Il y a quelques années à peine, les diverses forces : chaleur, magnétisme, électricité, lumière, etc., étaient considérées comme des fluides particuliers, indépendants de la matière. Aujourd'hui on admet qu'elles sont intimement liées à cette dernière ; on les envisage comme étant le simple résultat de ses vibrations, et peut-être ne pourrait-on mieux les définir qu'en disant qu'elles sont des manières d'être de la matière.

Mais si les forces du monde inorganique sont dans la dépendance rigoureuse de la matière et, comme elle, identiques au fond dans leur essence, celles que manifestent les êtres organisés obéissent-elles à la même loi, et le fluide vital, l'archée des anciens physiologistes, toutes ces forces mystérieuses dont l'homme a doté ses organes, seraient-elles aussi de vaines chimères? Résoudre ce difficile problème n'est pas encore possible. Ce n'est que d'hier que la science a réussi à soulever le voile qui le cachait, en montrant, comme nous le verrons plus loin, que toutes les forces dont les êtres vivants disposent sont empruntées à leurs aliments et qu'ils ne font que les transformer. L'oiseau, dans son vol rapide,

l'ouvrier, dans son rude labeur, l'orateur, dans ses efforts pour soulever les foules, ne font que mettre en jeu, en les transformant, les forces que contiennent les matériaux introduits par la digestion dans leurs organes. Ils ne créent rien, ni force ni matière. Et le penseur lui-même, dans sa recherche ardente de l'inconnu, puise à la même source les éléments de ses conceptions hardies.

La quantité de force musculaire équivalente à une somme déterminée de chaleur disparue, nous la connaissons rigoureusement. Nous savons, comme nous l'avons dit, que la chaleur nécessaire pour élever de 1 degré la température de 1 litre d'eau peut être transformée en une quantité de mouvement suffisante pour élever 1 kilogramme à la hauteur de 425 mètres. Mais entre cette même chaleur et une manifestation intellectuelle, une conception profonde, un discours habile, quelle commune mesure trouver?

Sans doute, on peut admettre, avec Lavoisier, qu'il est possible de calculer « à combien de livres en poids répondent les efforts « d'un homme qui récite un discours, d'un musicien qui joue « d'un instrument, et qu'on pourrait même évaluer ce qu'il y a de « mécanique dans le travail du philosophe qui réfléchit, de l'homme « qui écrit, du musicien qui compose. » D'après les recherches récentes du docteur Haughton, il se dépenserait autant de force motrice dans un travail cérébral de cinq heures que dans un travail musculaire d'une durée double, tel que celui d'un paveur des rues, par exemple. Cependant, dans l'état actuel de la science, il nous paraît impossible de donner en chiffres exacts l'équivalent mécanique de l'activité intellectuelle.

Origine des forces manifestées par les êtres vivants. Les matériaux au moyen desquels les êtres vivants renouvellent leurs éléments et où ils puisent les forces dont ils disposent sont empruntés aux plantes et à l'atmosphère. Les animaux se nourrissent aussi, il est vrai, d'autres animaux; mais, comme ces derniers ont emprunté aux végétaux leurs éléments nutritifs, c'est le monde végétal qui, en dernière analyse, fait vivre le monde animal.

C'est sous l'influence de l'oxygène de l'air que sont mises en liberté les forces accumulées dans les substances organiques que

les plantes renferment; mais pour comprendre comment la plante peut condenser les puissances diverses que l'animal met en jeu, quelques explications préalables sur les diverses formes que peuvent revêtir les forces sont indispensables.

Un poids soulevé et maintenu à une certaine hauteur, un ressort tendu, de la poudre à canon, possèdent en puissance ou, si l'on veut, à l'état latent, une force considérable, qui ne se manifeste que lorsqu'on vient à laisser tomber le poids, détendre le ressort, enflammer la poudre.

La force ou, comme on le dit maintenant, l'*énergie* peut donc se manifester sous deux formes: la première, à l'état d'*énergie potentielle* ou de *force de tension;* c'est la force que peuvent acquérir le poids soulevé, le ressort tendu, la poudre à canon que l'étincelle n'a pas touchée; la seconde, désignée sous les noms d'*énergie active* ou de *force vive;* telle est, par exemple, la puissance que développent la poudre enflammée, le ressort détendu, le poids soulevé qu'un obstacle ne maintient plus.

Les aliments contiennent une somme d'*énergie potentielle* considérable, qu'on détermine facilement, du reste, en mesurant la quantité de chaleur produite par leur combustion. Lorsqu'ils sont introduits dans les organes et mis en présence de l'oxygène dans certaines conditions déterminées par l'action du système nerveux, ce dernier gaz agit sur eux comme l'allumette sur la poudre, la main sur le ressort qu'on débande, et fait passer à l'état d'*énergie active*, apparaissant alors sous forme de chaleur, de mouvement, etc., l'énergie qu'ils ne possédaient qu'en puissance.

Mais cette force que la plante contient en puissance, elle l'a puisée quelque part, car créer de la force serait aussi impossible à un être vivant que de créer un atôme de matière. Cherchons donc son origine.

Nous avons vu que la plante se nourrit d'eau, d'acide carbonique et de principes minéraux divers, empruntés au sol et à l'atmosphère. Ces composés, fort simples, ne contenant plus d'énergie disponible, sont convertis par elle, sous l'influence de la chaleur solaire, en produits divers : amidon, sucre, albumine, corps gras, etc., doués d'une énergie potentielle qui représente précisément le

travail accompli par la plante pour faire subir à la matière minérale ces profondes transformations.

C'est uniquement au moyen de la chaleur empruntée au soleil que la plante transforme en produits doués d'énergie potentielle les éléments dont elle se nourrit. La chaleur solaire étant une force vive, le végétal ne fait, en réalité, que transformer des forces vives en forces de tension. L'animal, au contraire, agit d'une façon opposée. Sous l'influence de l'oxygène de l'air et avec le concours du système nerveux, il réduit les éléments complexes fabriqués par les végétaux en principes de plus en plus simples, et transforme ainsi l'énergie potentielle qui s'y trouvait contenue en énergie active, apparaissant, comme nous l'avons vu, sous forme d'activité cérébrale, de mouvement, etc., et qui représente exactement la quantité de chaleur empruntée au soleil par la plante.

Nous voyons, par ce qui précède, que sans le végétal, qui emmagasine des forces pour lui, l'animal ne saurait vivre. La plante joue ainsi dans la marche des choses un rôle bien autrement important que celui un peu fictif, qu'on lui attribua pendant longtemps, de maintenir la pureté de l'atmosphère. Le monde végétal est un vaste réservoir où viennent se condenser les forces qui animeront l'animal. En détruisant les plantes, en déboisant les forêts, nous réduisons fatalement la quantité de vie dont peuvent disposer les animaux qui peuplent la surface du globe.

Les plantes ne faisant, en réalité, qu'emmagasiner sous des formes diverses la chaleur que leur envoie le soleil, c'est cet astre qui est la vraie source de la vie. Les puissances multiples des êtres vivants ne sont que des formes de la puissance solaire. La force inerte qui fait mouvoir la machine à vapeur, comme celle qui met en jeu la machine humaine, c'est encore le soleil. Les rayons solaires tombés sur une forêt il y a des milliers de siècles furent absorbés par les végétaux qui la formaient et leur permirent de décomposer l'acide carbonique et l'eau de l'atmosphère, pour fabriquer les produits complexes dont nous avons parlé plus haut. Brûlés aujourd'hui à l'état de houille dans le foyer d'une locomotive, ces végétaux développent une quantité de chaleur exactement égale à celle qu'ils avaient empruntée au soleil pour se former. Ils nous

rendent les rayons reçus autrefois, et grâce à ces derniers, nous franchissons l'espace.

C'est à tort, croyons-nous, que les notions qui précèdent ne figurent pas dans les traités de physiologie. Elles sont indispensables pour comprendre le rôle des diverses forces de l'organisme dont nous allons maintenant aborder l'étude.

§ 2.

CHALEUR ANIMALE.

Température des animaux. Il est facile de reconnaître, au moyen du thermomètre, que les animaux supérieurs possèdent une température propre, indépendante du milieu où ils vivent, et qui varie dans des limites fort étroites. L'habitant des pôles et le nègre des régions brûlantes de l'Afrique ont une température presque identique.

Les êtres vivants ont donc en eux-mêmes leur propre foyer, et pour que ce foyer possède toujours la même température, quelle que soit celle du milieu extérieur, il faut évidemment que des causes particulières en régularisent l'action.

Chez les mammifères, la température des organes exposés à l'air, comme la bouche, la peau, les mains, est assez variable et de plusieurs degrés inférieure à celle des organes profonds. Mais celle du sang qui baigne les organes internes varie dans des limites peu étendues. Elle est de 37 degrés environ chez l'homme *.

* Température de divers animaux.

ANIMAUX possédant une température constante.	TEMPÉRATURE PROPRE de l'animal.	ANIMAUX n'ayant pas une température constante.	EXCÈS de la température de l'animal sur celle du milieu ambiant.
	Degrés.		Degrés.
Poule.	44	Vipère	5
Pigeon	43	Crapaud et grenouille. .	1
Mouton	40	Petits poissons	1
Singe.	39	Insectes.	0,50
Chien et lapin.	39	Mollusques.	0,50
Homme	37		

La température du sang n'est pas identique dans tous les organes. Le sang des veines sus-hépatiques est plus chaud que celui de la veine porte ; celui qui sort du tube digestif, plus chaud que celui qui y pénètre. Elle augmente dans le sang veineux quand les organes fonctionnent. Mais toutes ces différences dépassent rarement 1 degré.

La température du sang s'élève légèrement après les repas et diminue dans leur intervalle.

Quand l'animal est soumis à une diète prolongée, sa température baisse, et quand cet abaissement atteint une douzaine de degrés, il cesse de vivre. Ce refroidissement, qui n'est pas régulier, se produit en grande partie le jour de la mort.

Chez les jeunes animaux et chez les animaux âgés, la température est un peu inférieure à ce qu'elle est chez l'adulte et, de plus, elle est susceptible d'éprouver d'assez grandes variations. C'est, d'après Roger, chez l'enfant qu'on observe les plus grands écarts de température. W. Edward a vu que, chez des oiseaux d'une semaine retirés de leur nid, la température s'abaissait, en moins d'une heure, de 36 à 19 degrés. Les jeunes animaux sont donc très-sensibles à l'action du froid, et c'est avec raison qu'on prend de grandes précautions pour y soustraire les enfants.

Les animaux supérieurs sont les seuls qui possèdent une température propre, indépendante de celle du milieu où ils vivent. Les animaux inférieurs, qu'on désigne assez souvent sous le nom d'*animaux à sang froid*, ont une température qui suit les variations de celle de l'atmosphère ou de l'eau dans laquelle ils sont plongés, et ne la dépasse que de très-peu.

Chez les végétaux, l'excès de la température sur le milieu ambiant est encore plus minime que chez ces derniers et ne dépasse guère quelques dixièmes de degré, à l'exception toutefois des fleurs, chez lesquelles, au moment de la fécondation, il peut atteindre 20 degrés, et qui, alors, dégagent de l'acide carbonique, comme les animaux. L'intérieur des arbres présente souvent, l'hiver, une température bien supérieure à celle de l'atmosphère ; mais cette différence provient simplement de l'élévation de la température de l'eau puisée à une certaine profondeur par leurs racines. Dans les pays chauds, la

température de l'eau venant du sol étant très-inférieure à celle de l'atmosphère, l'intérieur des arbres possède une température relativement très-basse, et c'est à cette cause, sans doute, qu'est due, en grande partie, la fraîcheur des fruits qu'ils produisent.

La température des animaux a une influence considérable sur leurs propriétés vitales : ces dernières sont d'autant plus étendues qu'elle est plus élevée. Les oiseaux, qui sont les animaux dont la température est la plus haute, sont aussi ceux dont la respiration est la plus rapide et les mouvements les plus actifs. De tous les êtres vivants, ce sont eux qui vivent en réalité le plus vite. Ce n'est, du reste, que par une alimentation très-abondante et une consommation proportionnée d'oxygène qu'ils peuvent maintenir leur haute température. Les oiseaux consomment en moyenne dix fois plus d'oxygène que la plupart des mammifères. Cette influence de la chaleur sur les propriétés vitales est facile à observer chez les animaux inférieurs, dont la température suit, comme nous l'avons dit, celle de l'atmosphère. Les reptiles et la plupart des animaux à sang froid sont alertes pendant l'été; mais pendant l'hiver ils s'engourdissent et tombent dans un profond sommeil, dont l'élévation de la température peut seule les réveiller. Chez les animaux hibernants, tels que les marmottes, il peut arriver, ainsi que l'a plusieurs fois constaté Claude Bernard, que la température ne soit pas supérieure à 3 degrés au-dessus de zéro. Si l'animal vit à une température si basse, ce n'est qu'en raison du peu d'activité de ses tissus et de leurs fonctions. Dans le sommeil profond où ils sont alors plongés, leurs organes fonctionnent à peine*.

* **Température animale dans les maladies et après la mort.** — Dans les maladies, la température du corps subit des variations comprises dans des limites qui ne dépassent jamais 5 à 6 degrés. Mesurées au moyen d'appareils suffisamment précis, ces variations peuvent fournir des renseignements précieux pour le diagnostic. On emploie, pour les mesurer, des thermomètres ne comprenant qu'un petit nombre de degrés, mais assez espacés pour que l'intervalle existant entre chacun d'eux puise être divisé en dix parties. On choisit un réservoir assez petit pour que le liquide qu'il contient puisse rapidement subir les changements de température du milieu ambiant.

Pour mesurer la température du corps, on place l'instrument dans l'aisselle ou, ce qui est moins commode, dans le rectum, ou encore sous la langue, et on le laisse en place environ un quart d'heure avant de noter la température qu'il indique. Quand on veut explorer la température des régions superficielles, on abrite la partie du ré-

servoir qui n'est pas en contact avec la peau, par une gouttière de liége garnie de laine. Pour les recherches de la température dans les profondeurs des tissus, on emploie les aiguilles thermo-électriques, qui indiquent facilement des centièmes de degré, mais sont d'un maniement difficile.

A part de rares exceptions, telles que l'agonie du choléra, le refroidissement progressif des nouveau-nés, l'empoisonnement par les opiacées et les solanées, on constate que la température s'élève presque toujours dans les maladies. Tantôt l'ascension peut être brusque, à peine interrompue par une petite rémission, et en quelques heures, comme dans la fièvre intermittente, ou en un ou deux jours, comme dans la scarlatine, la variole, la pneumonie, le thermomètre s'élève de 37° à 41°. Tantôt, au contraire, comme dans la fièvre typhoïde, elle est graduée et met quatre ou cinq jours pour arriver, avec quelques oscillations, à son maximum. Tantôt enfin elle est irrégulière, comme dans la pleurésie et le rhumatisme articulaire aigu.

Quand la maladie a une issue favorable, la température peut baisser graduellement ou brusquement. Elle baisse brusquement, en 24 heures, dans la pneumonie, la rougeole et l'érisypèle. Elle baisse lentement, en 7 à 8 jours, dans la fièvre typhoïde, le rhumatisme articulaire aigu, etc.

Quand le thermomètre se maintient longtemps à un chiffre élevé et ne présente que des rémissions courtes et de quelques dixièmes de degré seulement, l'issue de la maladie est presque invariablement funeste. Le thermomètre se maintenant plusieurs jours entre 40° et 41°, avec des rémissions très-faibles le matin, indique une mort prochaine, l'organisme étant impuissant à suffire longtemps à une pareille consommation des tissus. Dans la fièvre typhoïde, un chiffre stationnaire oscillant autour de 39°, avec rémission d'un demi-degré à 1 degré le matin, permet de porter un pronostic favorable.

Au moment de la mort et dans les premiers instants qui la suivent, il arrive fréquemment que la température s'élève légèrement. Peut-être faut-il l'attribuer à ce que la chaleur convertie pendant la vie en travail musculaire, ne l'étant plus après la mort, apparaît en totalité sous forme de chaleur. J'ai vu, chez un malade, l'élévation atteindre près de 3 degrés.

Le refroidissement du corps après la mort est beaucoup plus lent qu'on ne pourrait le supposer. J'ai eu l'occasion de faire, sur ce point, à l'hôpital militaire du Val-de-Grâce, une série d'expériences qui m'ont conduit à des résultats intéressants. Chez le malade cité plus haut, qui mourut à 2 heures 1/2 de l'après-midi, la température à 3 heures 1/2 était de 39°,5; à 5 heures 1/2, de 37°; à 8 heures, de 34; à 10 heures, de 33°; la température de la salle où séjournait son cadavre était de 20°. J'ai constaté que dans la majorité des cas, 8 heures après la mort, quand la température extérieure est d'environ 15°, le corps a une température de 26 à 30 degrés. La durée du refroidissement complet dépasse presque toujours 24 heures, et chez les sujets morts de maladies aiguës elle oscille habituellement autour de 48 heures.

En poursuivant ces observations longues et pénibles, j'avais pour but, non de satisfaire une vaine curiosité, mais de rechercher si on ne pourrait pas trouver dans le refroidissement du corps, apprécié par le thermomètre, un signe certain de la mort.

En les combinant avec celles que j'ai faites sur la mort par asphyxie, je crois pouvoir dire que chez les animaux supérieurs, les hibernants exceptés, une température de 20° dans un milieu où le thermomètre marque 15° peut être considérée comme un signe certain de la mort. Jamais je n'ai pu ramener à la vie les mammifères que, par des moyens divers, j'avais amenés à cette température. Ce moyen de constater la mort réelle pourrait certainement être mis en pratique. Les seules objections à lui faire, c'est qu'il exigerait souvent de conserver les cadavres un temps fort long, et que, par de fortes chaleurs, l'élévation artificielle de la température du corps empêcherait

de mesurer son refroidissement. On peut répondre à la première qu'il serait facile de conserver les cadavres dans des chambres mortuaires établies à cet effet, ou simplement dans les pièces où ils sont morts, en prolongeant le délai qui sépare l'inhumation du décès. On peut dire à la seconde que dans les fortes chaleurs les premiers signes de décomposition (taches sur l'abdomen), se manifestant avant le complet refroidissement, rendent inutile la constatation de ce dernier signe.

Résistance des animaux aux températures extrêmes. Si, dans un four où le thermomètre marque 120 degrés centigrades, nous introduisons un homme vivant, un vase plein d'eau et un morceau de viande, et qu'au bout d'un quart d'heure nous les en retirions, le morceau de viande sera presque cuit, l'eau sera en ébullition; l'homme seul n'aura pas subi les effets de cette température élevée.

Si nous transportons maintenant le même individu avec les objets que nous venons d'indiquer dans les régions glacées du pôle et que nous les exposions à une température de 40 degrés au-dessous de 0, l'eau et la viande se congèleront immédiatement; l'homme seul résistera encore.

Les différents liquides qui entrent dans la constitution du corps possèdent la propriété de se réduire en vapeur à une température voisine de 100° et de se congeler à une température peu inférieure à 0. Pour qu'ils puissent résister à ces températures extrêmes, il faut qu'ils possèdent le moyen de se soustraire à leur action, ou qu'une cause quelconque vienne les refroidir ou les réchauffer à mesure qu'ils tendent à subir les effets de la température du milieu ambiant.

Ce n'est pas impunément, du reste, que l'homme et les autres animaux s'exposeraient longtemps aux températures que nous venons de mentionner : en y restant exposés, ils finiraient par succomber bientôt. Un chien soumis dans une étuve sèche à la température de 110° meurt au bout de 18 minutes; un oiseau, au bout de 10 minutes. Si l'étuve est humide, ils succombent beaucoup plus vite. Dans tous les cas, la mort arrive dès que leur température s'est élevée de 4 à 5 degrés.

Les animaux ne peuvent, en réalité, supporter longtemps sans danger des températures très-inférieures ou très-supérieures à celles des latitudes où ils vivent habituellement. Nous nous sommes

suffisamment étendu sur ce point et sur les conséquences importantes qui en découlent, en traitant de l'atmosphère.

La résistance de l'homme, très-supérieure en général, du reste, à celle de la plupart des animaux, varie considérablement suivant les races; les peuples méridionaux, contrairement à ce qu'on pourrait croire, supportent mieux le froid que ceux du Nord. Dans la retraite de 1812 ce furent les régiments italiens qui résistèrent le mieux au froid. Russes et Français en souffrirent cruellement.

La résistance aux basses températures n'est, au surplus, possible qu'en se couvrant de vêtements qui, emprisonnant la couche d'air échauffée par la surface cutanée, empêchent le rayonnement et s'opposent à une évaporation active par la peau. Elle est aussi favorisée par les mouvements. Spallanzani rapporte que parmi des Hollandais qui passèrent un hiver au Spitzberg par un froid très-rigoureux, ceux qui s'enfermèrent dans des cabanes et restèrent près du feu moururent de froid, alors que ceux qui vécurent en plein air en travaillant et en chassant résistèrent. Les basses températures nécessitent, de plus, une nourriture riche en matériaux nutritifs doués d'une grande somme de chaleur potentielle, comme les corps gras.

Dans les liquides, le refroidissement et le réchauffement sont bien plus rapides que dans l'air; un animal plongé dans une atmosphère à 100 degrés au-dessus de 0 ou à 40 degrés au-dessous peut, comme nous l'avons dit, y séjourner quelque temps; mais dans un bain ayant ces températures il succomberait immédiatement. Au-dessous de 0 il serait congelé; au-dessus de 100° ses tissus seraient promptement désagrégés. Un chien dans une étuve humide à 80° meurt en 2 minutes; dans un bain à 55° il succombe en 8 minutes.

Certains animaux paraissent cependant posséder la propriété de résister à la congélation. Guimard a vu, pendant son séjour en Islande dans l'hiver de 1828 à 1829, des crapauds renfermés dans des boîtes de terre exposées à l'air se congeler et revenir à la vie quand on les réchauffait graduellement. Duméril observa les mêmes faits. Ils ont été contestés récemment par notre savant ami M. Pouchet, qui affirme que la congélation altère profondé-

ment les globules et fait fatalement périr les animaux qu'on y soumet. Il est probable que la divergence des résultats constatés par divers expérimentateurs tient aux moyens employés pour congeler ou réchauffer l'animal. Ce n'est qu'en le congelant ou en le réchauffant fort lentement qu'il est possible de le ranimer. Si on le réchauffe brusquement, ses tissus sont frappés de gangrène. C'est précisément ce qui arrive quand on met un individu gelé dans une pièce trop chaude. De là l'utilité de le frictionner d'abord avec de la neige, puis avec de l'eau froide, et ensuite avec de l'eau chaude *.

Régulateurs de la chaleur animale. Examinons actuellement les causes qui permettent aux organes de se maintenir à une température constante. Ce sont les glandes sudoripares et les vaisseaux pulmonaires qui, sous l'influence du système nerveux, sont les agents de cette régularisation. Quand le corps est exposé à

* **Insuffisance des indications fournies par le thermomètre pour apprécier l'action de la température extérieure sur les êtres vivants.** — Les effets que peut produire une température déterminée sur le corps ne peuvent, en réalité, être appréciés par le thermomètre. Un animal qui résiste un certain temps dans une étuve à une température de 100 degrés au-dessus de 0 résistera un temps beaucoup moins long dans une étuve humide où le thermomètre indiquera cependant le même degré, et il succombera immédiatement si on le plonge dans un liquide à la même température. Si on le laisse se promener l'été au soleil par une température élevée, il ne semblera pas en souffrir; mais si on l'attache à une planche, il ne tardera pas à succomber. L'hiver, par un grand vent ou par un temps humide, on souffre souvent du froid à une température qui semble agréable pendant l'été. Une température de quelques degrés au-dessous de 0 se supporte facilement par un temps calme; si le corps est exposé à un courant d'air, la température, quoique restant la même, semble intolérable. Le capitaine Ross rapporte, dans la relation de son voyage au pôle, que les matelots, par un temps calme, se promenaient à l'air par une température de 41 degrés au-dessous de 0 sans en être incommodés, tandis que par une température de 29 degrés avec du vent, ils ne pouvaient sortir. La température accusée par le thermomètre n'est pas, en réalité, celle qui est absorbée par les organes. Cette dernière dépend de causes très-variables, que ne saurait indiquer cet instrument. L'état hygrométrique de l'atmosphère, les courants d'air, la nature et la couleur des vêtements modifient considérablement les effets de la même température. Il suffit, pour se rendre compte de l'insuffisance des indications fournies par le thermomètre, d'exposer dans le même endroit, au soleil, comme nous l'avons fait, une série de thermomètres dont le réservoir soit enveloppé de matières différentes : drap, fourrures, coton, et on constatera que, bien que placés dans un même lieu, ils marqueront des températures extrêmement différentes. Cette question, qui n'avait pas encore attiré l'attention des physiologistes, mérite certainement d'être approfondie.

une température élevée, les vaso-moteurs dilatent les vaisseaux; le sang, affluant alors en grande quantité dans les vaisseaux pulmonaires et dans les vaisseaux des glandes sudoripares, s'y trouve exposé à une vaste surface et se refroidit. Le refroidissement est favorisé par l'évaporation de l'eau à la surface des poumons et de la peau, c'est-à-dire par la transpiration. Quand, au contraire, le corps est exposé au froid, les nerfs vaso-moteurs contractent les capillaires, et le sang, au lieu de se porter à la surface du corps, reflue vers les organes internes, où il n'est pas exposé au refroidissement, et par suite, la transpiration cutanée et pulmonaire est moins abondante.

Quand on réfléchit à l'énorme surface que présentent les glandes sudoripares, on comprend leur influence sur la calorification et les inconvénients qui peuvent résulter d'une entrave apportée à leurs fonctions. C'est surtout à leur action sur elles que sont dus les effets d'un des moyens thérapeutiques les plus puissants que nous possédions, l'hydrothérapie.

On a calculé que la perte de chaleur occasionnée par la transpiration pulmonaire et cutanée s'élève en 24 heures au tiers de la chaleur produite. Plus la respiration est rapide, plus la transpiration est abondante, et comme son produit liquide emprunte au corps une quantité de chaleur considérable pour se transformer en vapeur, le refroidissement est proportionnel à l'abondance de la transpiration.

C'est à l'action réfrigérante produite par une transpiration abondante que le corps doit de pouvoir supporter dans une étuve la température élevée que nous avons indiquée plus haut. La perte qu'il subit alors par l'évaporation est extrêmement considérable. Dans une étuve à 109°, Berger perdit en 7 minutes 220 grammes d'eau par transpiration pulmonaire et cutanée, ce qui représente plus des deux tiers du poids du corps pour 24 heures. Dans une étuve chauffée à 53° seulement, mais remplie de vapeur, le même observateur fut obligé de se retirer, fort incommodé, au bout de 12 minutes. La vapeur d'eau faisant obstacle à la vaporisation du produit de la transpiration, ce dernier restait alors à l'état liquide et n'exerçait, par suite, aucune action réfrigérante.

C'est donc uniquement parce que l'évaporation refroidit le corps, et non à cause d'une propriété vitale particulière, que les êtres vivants peuvent résister à de très-hautes températures. Les corps inanimés placés dans les mêmes conditions manifestent la même résistance. En introduisant une éponge mouillée, un alcarazas et une grenouille dans une étuve à 60°, on constate qu'ils présentent au bout d'un quart d'heure une température identique, laquelle est de 15 à 20 degrés inférieure à celle de l'étuve.

Sources de la chaleur animale. Les anciens considéraient la chaleur animale comme la manifestation d'une force spéciale, dont ils placèrent successivement le siége dans divers organes. Ce n'est que depuis une époque tout à fait récente que nous possédons des notions un peu exactes sur son origine.

C'est uniquement aux dépens des matériaux empruntés aux aliments que la chaleur s'engendre. Les aliments contiennent, comme nous le savons, de la chaleur potentielle, qu'ils mettent en liberté par leurs combinaisons avec l'oxygène, et on a pu même, ainsi que nous l'avons vu, mesurer la quantité de chaleur et de force correspondant à chacun d'eux. Nous avons donné (page 122) le tableau où sont consignés les résultats de ces recherches.

C'est avec raison, dans un certain sens, que l'action de l'oxygène sur les tissus a été comparée par Lavoisier à une combustion de carbone et d'hydrogène analogue à celle qui s'opère dans un foyer ou dans une lampe allumée. Les animaux sont de véritables corps comburants, et, comme dans la lampe, la flamme de la vie s'éteint si l'élément comburant fait défaut. Mais nous savons aujourd'hui que ce n'est pas par une combustion directe, mais seulement par une série de dédoublements successifs, que les matériaux destinés à l'élimination sont amenés à l'état d'eau, d'urée, d'acide carbonique, etc., sous lequel ils sont rejetés au dehors. C'est même en partie pour cette raison qu'on ne trouve pas un rapport exact entre la quantité de chaleur dégagée par un animal dans un temps donné et celle correspondant à la quantité d'acide carbonique qu'il produit dans le même temps.

Le sang est indispensable à la production de la chaleur animale.

comme il l'est, du reste, à la manifestation de toutes les fonctions. En comprimant les artères qui amènent le sang à un membre, on voit immédiatement que la température de ce dernier s'abaisse. L'accumulation du sang dans les tissus élève, au contraire, leur température, ainsi qu'on le constate dans l'inflammation.

La chaleur animale a son foyer, non dans le poumon, ainsi que le croyait Lavoisier, mais, comme la respiration, dans tous les points de l'organisme; partout où il y a contact du sang avec les tissus il y a nutrition et, par suite, production de chaleur.

A l'état normal, l'évaporation, le rayonnement à la surface du corps, la dépense de calorique produite par sa transformation en force musculaire, sont en rapport avec la quantité de chaleur engendrée aux dépens des aliments. Mais quand la déperdition de chaleur est trop considérable, par suite d'un travail musculaire plus actif ou de la nécessité de lutter contre une température très-basse, une plus grande quantité d'aliments devient nécessaire. Chacun sait que le travailleur est obligé de consommer plus de nourriture que l'homme inactif, et qu'on mange plus dans les pays froids que dans les pays chauds. Ce n'est qu'en absorbant par jour 6 ou 7 kilogrammes de chair grasse à peine cuite que les peuplades du Nord luttent contre la température polaire, et tous les voyageurs au pôle ont reconnu que ce n'était qu'en se soumettant à un régime semblable que l'homme des latitudes tempérées pouvait vivre dans ces régions glacées.

En se basant sur la quantité d'acide carbonique et d'eau exhalée par le poumon et la peau en 24 heures, on a essayé de calculer la quantité de chaleur produite par un animal dans le même temps. La quantité de chaleur produite par la combustion des 240 grammes de carbone et des 15 grammes d'hydrogène que l'homme élimine chaque jour en moyenne serait capable d'élever de 1 degré la température de 2500 kilogrammes d'eau, ou de 100 degrés celle de 25 kilogrammes du même liquide.

Transformation de la chaleur animale dans les organes. La chaleur engendrée dans les tissus par les transformations chimiques que les aliments subissent se divise en deux parties, l'une

qui reste à l'état de chaleur sensible; perceptible par le thermomètre, et se perd par le rayonnement du corps et la transpiration cutanée et pulmonaire; l'autre, — un cinquième seulement de celle produite dans le corps, d'après Helmholtz, — qui se transforme en mouvement et est l'origine des contractions musculaires nécessaires à l'entretien de la circulation, de la respiration, de la marche et de toutes les fonctions.

Le système musculaire est un appareil de conversion de forces bien supérieur aux meilleures machines à vapeur. Ces dernières n'utilisent, en effet, d'après Hirn, que les douze centièmes de la force disponible, tandis que le système nerveux en emploie les dix-huit centièmes. Le navire qui traverse l'océan consacre 88 p. 100 de son charbon à chauffer inutilement les flots qu'il sillonne et l'atmosphère qui l'entoure. Les 12 p. 100 restants sont seuls utilisés. Le muscle est, en réalité, le plus économique producteur de force mécanique connu.

La chaleur se convertissant en mouvement musculaire, il est évident que, suivant l'état de repos ou d'activité du muscle, une quantité plus ou moins grande de chaleur doit être mise en liberté et devenir perceptible au thermomètre. Le muscle qui fonctionne élève toujours sa température, par suite de l'activité plus grande des phénomènes nutritifs dont il devient le siége; mais sa chaleur s'accroît moins quand sa contraction est employée à produire un travail mécanique; celle que marque le thermomètre n'est que le complément de la chaleur transformée en travail.

Dans une ascension au Mont-Blanc, en 1869, Lortet a constaté que sa température baissait de 4 à 6 degrés, chiffre énorme quand on sait combien sont minimes les variations de la température animale. Lorsqu'il s'arrêtait, le thermomètre remontait rapidement à son chiffre normal, ce qui prouve que le refroidissement n'était pas dû à la température ni à l'action de l'air froid. Il tenait uniquement à l'excès de travail mécanique de l'ascension, qui nécessitait la transformation d'une telle quantité de chaleur que celle susceptible de se montrer à l'état de liberté était considérablement réduite. Malgré la précaution qu'il avait de prendre des aliments toutes les deux heures, suivant les conseils des guides, il n'arrivait

pas à produire, dans un temps donné, une quantité suffisante de chaleur, par suite de la dépense considérable de force nécessitée par l'ascension et de la pauvreté en oxygène de l'air raréfié des montagnes.

Toutes les forces des êtres vivants ne sont donc, comme nous venons de le voir dans ce chapitre, que de la chaleur transformée, et cette chaleur provient de la plante, qui, elle-même, l'a empruntée au soleil. Par un pressentiment dont la science moderne devait, cinq à six mille ans plus tard, démontrer la justesse, les primitifs adorateurs du soleil et du feu vénéraient dans l'astre dont la bienfaisante chaleur est indispensable à la production de la vie le principe de toute existence. Dans les poétiques fictions des religions antiques, la chaleur était considérée comme l'image de la vie; le froid, comme le symbole de la mort.

CHAPITRE II.

LE MOUVEMENT.

§ 1er. *Structure et propriétés des organes du mouvement.* — Diverses formes de la matière contractile. Matière sarcodique. — Cellules contractiles. — Cils vibratiles. — Fibres musculaires. — Élasticité, tonicité, contractilité. — Vitesse de propagation de la contractilité dans les muscles. — Enregistrement des contractions musculaires. — Tracé graphique des phénomènes. — Temps qui sépare l'excitation de la contraction. — Épaississement du muscle en se contractant. — Vibration du muscle contracté. — Bruit musculaire. — Mécanisme de la contraction. — État tétanique du muscle contracté. — Influence de l'arrêt de la circulation sur la contractilité. — Indépendance de la contractilité musculaire et du système nerveux. — Influence des excitants sur les muscles. — Utilité de la gymnastique musculaire et physiologie de l'exercice. — Vitesse de propagation de l'excitation nerveuse dans les muscles. — Changements chimiques subis par les muscles en se contractant. — Phénomènes électriques et calorifiques dans les muscles en contraction. — Transformation de la chaleur en mouvement. — Force développée par les muscles en se contractant. — Supériorité de la force musculaire des insectes sur celle de l'homme. — Mécanisme de l'effort. — Mort du muscle. — Rigidité cadavérique. — § 2. *Sources chimiques du mouvement.* — Origine de la puissance musculaire. — Sa production aux dépens des aliments. — Rôles divers de chacun d'eux.

Nous savons par ce qui précède que la matière qui constitue les éléments des êtres vivants se renouvelle constamment, et par suite est toujours en mouvement.

Mais, en outre de ces transformations moléculaires ayant leur siége dans les tissus, les organes sont soumis à de fréquents changements qui sont aussi une des conditions de leur existence. Le cœur se contracte plus de cent mille fois par jour, pour chasser son contenu dans les vaisseaux; le tube digestif se contracte aussi pour faire cheminer les matériaux nutritifs qu'il renferme; les membres exécutent fréquemment des mouvements rapides.

Le mouvement est une loi générale chez tous les êtres. La plante elle-même, qui semble rivée au sol et ne se mouvoir que lorsque la brise vient agiter son feuillage, peut cependant, indépendamment des changements moléculaires qui s'opèrent dans ses tissus, être le

siége de mouvements actifs. La sensitive se replie dès qu'elle est touchée ; le sainfoin oscillant du Bengale exécute des mouvements spontanés. La *Dionée attrape-mouche* ferme ses feuilles aussitôt qu'un insecte s'est posé sur elles, et plusieurs végétaux sont constitués, dans la première phase de leur existence, par des corpuscules mobiles que rien ne distingue de certains animaux. Depuis l'atôme invisible qui effectue ses pérégrinations volontaires dans le sein d'une goutte d'eau, jusqu'à ces astres immenses qui gravitent dans l'espace suivant une courbe fixée par d'invariables lois, le mouvement est partout. La nature morte comme la nature vivante, les mondes qui brillent dans l'espace comme les êtres qui les habitent, semblent condamnés à l'inflexible nécessité de se mouvoir toujours.

§ 1er.

STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS DES ORGANES DU MOUVEMENT.

Matière sarcodique. Les mouvements s'opèrent chez les animaux au moyen d'organes contractiles, c'est-à-dire susceptibles de changer de volume.

L'élément contractile le plus simple est la *matière sarcodique*. C'est une substance homogène granuleuse dont sont complétement constitués certains infusoires.

Les mouvements qu'elle accomplit ont pour résultat de faire naître sur le corps de l'animal des sortes de prolongements étoilés, qui disparaissent ensuite pour renaître bientôt. Ces mouvements, dits *mouvements sarcodiques*, ont été constatés non-seulement chez divers infusoires, mais encore dans un grand nombre de cellules.

Cellules contractiles et cils vibratiles. Au-dessus de la matière sarcodique et tenant, par son degré d'organisation, le milieu entre elle et la fibre musculaire, se présentent comme organes de mouvement les *cellules contractiles*. Elles constituent le corps de certains polypes, tels que l'hydre d'eau douce, et forment les organes mobiles, tels que le cœur par exemple, de tous les êtres vivants dans la première période de leur existence.

Beaucoup de cellules sont surmontées, surtout chez les animaux inférieurs, de filaments mobiles nommés *cils vibratiles*, animés d'oscillations extrêmement rapides qu'on a désignées sous le nom de *mouvements vibratiles*.

Chez les animaux supérieurs, ces cils vibratiles se trouvent principalement sur la muqueuse du nez et des bronches. Ils reposent

Fig. 128. — *Épithélium à cils vibratiles de la muqueuse pituitaire.*

par leur base sur des cellules coniques ou cylindriques, dont chacune est surmontée d'une dizaine de cils. Leurs mouvements, faciles à étudier au microscope sur la muqueuse de la voûte palatine d'une grenouille, sont assez variés. Le plus fréquent est celui en crochet, comparable à un doigt qui se recourbe et se redresse. Ces mouvements peuvent se répéter jusqu'à trois cents fois par minute. Les poisons ne les ralentissent pas, mais les anesthésiques les suspendent tant que dure leur action*.

Nous avons eu occasion de dire quelques mots du rôle joué par

* Sur un fragment de muqueuse bronchique maintenu humide, le mouvement des cils persiste pendant plusieurs heures, mais bientôt l'épithélium se détache, puis les cellules coniques munies de cils contractiles s'isolent (voy. fig. 128), et alors, non-seulement les cils continuent à se mouvoir, mais encore chaque cône a un mouvement indépendant, qui en fait un individu distinct, un véritable infusoire.

les cils vibratiles de la trachée, et nous avons vu qu'ils chassent les poussières contenues dans ce conduit. Si l'on dépose un corps coloré, comme du noir de fumée par exemple, sur une muqueuse munie de cils contractiles, on voit bientôt cette poussière entraînée dans un sens qui est toujours le même pour chaque muqueuse. Chez la grenouille, la vitesse des mouvements est de 1/10 de millimètre par seconde.

Un grand nombre d'infusoires ne sont constitués que par des cellules vibratiles isolées qui nagent à l'aide de leurs cils dans le liquide où elles vivent.

Fibres musculaires. Au-dessus des deux formes que nous venons de décrire (*substance sarcodique* et *cellules contractiles*), la matière contractile revêt une troisième forme, désignée sous le nom de *fibre musculaire*, constituée en réalité par des cellules allongées et soudées bout à bout.

Les fibres musculaires se présentent sous deux aspects différents : les unes, appartenant généralement aux muscles des organes dont les mouvements sont indépendants de la volonté, comme l'intestin par exemple, et que leur aspect, homogène au microscope, a fait désigner sous le nom de *fibres lisses ;* les autres, appartenant le plus souvent aux organes dont les mouvements dépendent de la volonté, comme les membres : vues sous un fort grossissement, elles ont un aspect strié qui leur a fait donner le nom de *fibres striées*.

Les *fibres lisses* sont composées de cellules allongées de quelques centièmes de millimètre de longueur et de quelques millièmes de millimètre seulement de diamètre. Elles sont soudées par leurs extrémités et accolées entre elles par du tissu conjonctif.

Les *fibres striées* ont une structure plus compliquée et sur laquelle on n'est pas, du reste, encore fixé. Chaque fibre a 5 à 8 centièmes de millimètre de diamètre et une longueur égale à celle du muscle lui-même. Elle doit être considérée probablement comme un tube plein d'une matière semi-fluide pendant la vie, opaque après la mort, contenant quelques noyaux et dont la paroi est formée par une membrane élastique très-mince nommée *sarco-*

lemme, qui semble, au microscope, recouverte de stries régulières, qu'on croit constituées par des ondulations ou par des points.

Quelques auteurs admettent que les fibres musculaires sont formées d'une matière granuleuse disposée sous forme de disques empilés; le plus grand nombre considèrent chaque fibre comme étant constituée par de petites fibrilles longitudinales, au nombre d'une centaine. Les anatomistes qui admettent cette dernière disposition considèrent ces fibrilles comme l'élément primitif du muscle et donnent à chaque fibre musculaire le nom de *faisceau primitif*.

Il est certain qu'en traitant les fibres striées par des réactifs convenables, on les voit présenter à volonté au microscope les diverses dispositions en disques ou en fibrilles que nous venons de décrire. Mais on suppose généralement maintenant que c'est uniquement à l'action des réactifs qu'est due cette transformation.

Les fibres musculaires lisses et striées sont disposées en petits faisceaux enveloppés de tissu cellulaire et réunis eux-mêmes en d'autres faisceaux dont l'ensemble constitue le muscle, recouvert lui-même d'une dernière membrane.

Les fibres musculaires, lisses ou striées, sont entourées d'un réseau de capillaires artériels et veineux très-fins qui leur distribuent leurs matériaux nutritifs et reçoivent les matériaux usés destinés à l'élimination.

Bien que le nombre de fibres striées que contient un muscle soit véritablement immense, chacune reçoit un ramuscule nerveux qui, d'après Rouget, se terminerait à sa surface par une petite plaque finement granulée.

Quant aux relations du système nerveux avec les fibres lisses, elles sont encore à peu près inconnues.

La fibre musculaire possède des propriétés essentielles désignées sous le nom d'*élasticité*, de *tonicité* et de *contractilité*.

Élasticité musculaire. L'élasticité est la propriété que possède la fibre musculaire de pouvoir s'allonger sous l'influence d'une traction et de revenir à sa longueur primitive quand cette traction a cessé. Il n'y a que dans les cas où la traction est considérable que la fibre ne reprend pas sa longueur première. Comme tous les

corps élastiques, elle a une limite au delà de laquelle son élasticité est vaincue.

L'élasticité des muscles est *faible* et *parfaite* : faible, car ils se laissent distendre sous l'influence du plus léger effort; parfaite, car, après avoir été distendus, ils reprennent exactement leur longueur première.

L'élasticité musculaire adoucit la brusquerie des mouvements; elle emmagasine la force que le muscle développe, pour la restituer ensuite graduellement, et transforme ainsi en force continue la force instantanée qui se produit dans les fibres au moment de leur contraction. Si le muscle n'était pas élastique, quand nous voulons pousser un fardeau, nous ne ferions qu'exercer contre lui une série de chocs qui ne le mettraient pas en mouvement.

Tonicité musculaire. La tonicité musculaire est cette propriété que les muscles possèdent d'être habituellement dans un état de contraction légère qui leur communique une certaine raideur. C'est par suite de cette propriété que les sphincters ferment exactement les orifices qu'ils entourent. Elle est sous la dépendance du système nerveux, car, en coupant les troncs nerveux qui se rendent à un membre, les muscles de ce membre deviennent flasques et relâchés. Après la mort, les sphincters, perdant leur tonicité, se relâchent et laissent échapper au dehors les matières, telles que l'urine et les substances fécales, contenues dans les réservoirs placés derrière eux. Ce relâchement des sphincters est même considéré comme un des meilleurs signes de la mort. C'est également la tonicité musculaire qui fait que les deux bouts d'un muscle coupé se rétractent après la section transversale du muscle. C'est elle aussi qui produit la distorsion des muscles de la face quand un de ses côtés est paralysé.

La tonicité n'est pas un simple effet de l'élasticité, comme on l'a cru pendant longtemps, car elle disparaît après la section du nerf qui communique à un muscle, tandis que l'élasticité persiste.

Contractilité musculaire. La contractilité musculaire est la propriété que possèdent les fibres musculaires de se raccourcir sous l'influence d'excitants convenables. C'est en éprouvant ce rac-

courcissement qu'elles font mouvoir les pièces mobiles du squelette ou les organes auxquels elles sont fixées, et sont ainsi l'origine de tous les mouvements.

Le raccourcissement normal d'un muscle est égal au tiers environ de sa longueur; il s'ensuit que les muscles longs se raccourcissent davantage que les muscles courts. Un muscle de 12 centimètres perdra en effet, par le fait de la contraction, 4 centimètres, tandis qu'un muscle de 30 centimètres en perdra 10. C'est pour cette raison que les muscles d'un membre amputé se rétractent inégalement.

Quand le muscle se contracte, il ne se raccourcit pas dans toute son étendue au même instant, mais devient alors le siége d'une série d'ondulations qui le parcourent d'un bout à l'autre avec une vitesse de 1 mètre par seconde.

Le temps que la contraction met ainsi à se propager dans un muscle se constate facilement en plaçant à une certaine distance l'un de l'autre deux stylets sur un muscle de grenouille disposé horizontalement sur un support, et que l'on fait contracter en l'excitant à une de ses extrémités par un courant d'induction. Chaque stylet est terminé par une pointe qui frotte sur un cylindre recouvert de noir de fumée, qu'un mouvement d'horlogerie fait tourner autour d'un axe vertical. On voit, en examinant leur tracé, qu'ils se soulèvent tour à tour et que le levier le plus rapproché du point excité se contracte avant l'autre. Connaissant le diamètre, la vitesse de rotation du cylindre, et par suite l'espace de temps auquel correspond une portion de sa circonférence, on calcule facilement, d'après l'écartement des deux traits, la rapidité de la propagation de l'onde musculaire *.

* **Enregistrement des contractions musculaires. — Moyen d'obtenir le tracé graphique d'un phénomène.** — L'idée de représenter les phénomènes par des courbes dont le tracé se produit sous leur influence a donné aux recherches physiologiques modernes une grande précision. Nous verrons plus loin comment on est parvenu, par cette méthode, à déterminer la vitesse de propagation des excitations à travers les nerfs et à mesurer avec une grande exactitude des phénomènes d'une durée inférieure à un millième de seconde.

L'appareil employé pour enregistrer les contractions musculaires a reçu le nom de *myographe*. Il consiste essentiellement, comme tous les appareils analogues, en un cylindre vertical, mis en mouvement sur son axe par un mécanisme d'horlogerie

et recouvert d'une feuille de papier noirci avec du noir de fumée. Le muscle dont on veut étudier les contractions est suspendu par l'une de ses extrémités à une pince, tandis que l'autre est munie d'un stylet qui enregistre sur le cylindre le mouvement du muscle. On obtient ainsi sur le morceau de papier entourant le cylindre une courbe qui fait connaître les mouvements du muscle pendant sa contraction et la durée de ces mouvements,

La physiologie, la physique, la mécanique et la plupart des sciences font actuellement, pour la représentation des phénomènes, un fréquent usage des courbes. Elles ont l'avantage d'indiquer immédiatement les variations plus ou moins nombreuses qu'a pu subir le phénomène, et d'éviter ainsi des explications fort longues.

Les règles qui président au tracé de ces courbes sont fort simples. Prenez un morceau de papier quadrillé régulièrement, c'est-à-dire dont les raies, également espacées, se coupent à angle droit, de façon que la surface du papier soit couverte d'une série de petits carrés. Sur la ligne horizontale du bas de la page (*ligne des abscisses*) inscrivez devant chaque carré des numéros qui se suivent et répétez la même opération de bas en haut, devant les carrés de la première ligne verticale du côté gauche de la page (*ligne des ordonnées*). Supposons maintenant que nous voulions indiquer par une courbe les variations de température que subit heure par heure un liquide dans l'espace de dix heures. Les numéros de la ligne des abscisses représenteront les divisions du temps en heures; ceux de la ligne des ordonnées, les degrés de température, c'est-à-dire les variations dans l'intensité du phénomène observé au moment indiqué par les divisions de la ligne précédente. Pendant la première heure, la température est, je suppose, égale à 2°; nous marquons un point dans la série verticale des carrés de la première heure au niveau du chiffre qui représente la température observée (fig. 129). Pendant chacune des deux heures suivantes,

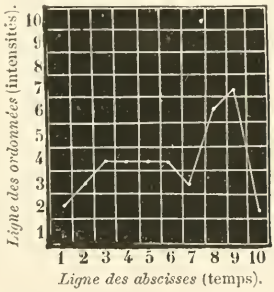


Fig. 129. — *Enregistrement graphique des phénomènes.*

le corps s'échauffe de 1 degré par heure. Au-dessus des divisions 2 et 3 de la ligne des temps et en face des chiffres 3 et 4 qui représentent la température du corps aux époques indiquées, nous marquons un point. Pendant les trois heures suivantes, par conséquent pendant les 4e, 5e et 6e heures, la température du corps est invariable, c'est-à-dire à 4°; vis-à-vis le chiffre 4 de ligne des températures et au-dessus des chiffres 4, 5 et 6 de la ligne des temps nous marquons encore un point. En continuant ainsi à enregistrer la température pendant les trois dernières heures de l'observation, nous voyons par l'examen de la figure que la température du liquide est descendue à 3° pendant la 7e heure et qu'elle est remontée à 6° pendant la 8e, à 7° pendant la 9e, pour redescendre à 2° pendant la 10e.

Tous les points inscrits dans chacun des carrés sont reliés par une ligne, et on

a ainsi une courbe dont l'aspect indique nettement la marche du phénomène et dispense d'une longue explication.

L'unité de mesure adoptée pour le numérotage des lignes varie évidemment suivant la nature des phénomènes observés. C'est ainsi que les numéros de la ligne verticale, au lieu d'indiquer des degrés, peuvent n'indiquer que des dixièmes de degré, soit du thermomètre, soit d'un autre instrument, tel qu'un aréomètre; ceux de la ligne horizontale, au lieu de représenter des heures, peuvent indiquer des secondes, des jours, des mois, des années, etc.

Dans l'exemple que nous avons choisi, c'est l'observateur qui est obligé de pointer lui-même les changements subis par le phénomène qu'il constate, à intervalles égaux. Avec les appareils enregistreurs en usage aujourd'hui, c'est le phénomène qui inscrit lui-même, comme nous le verrons encore dans le prochain chapitre à propos de l'étude du vol, sur un cylindre mis en mouvement par un mécanisme d'horlogerie et revêtu de papier noirci, les variations d'intensité qu'il subit. On peut savoir ainsi, par exemple, le chemin parcouru par un corps tombant dans l'espace pendant chaque fraction de sa chute. Il suffit de le munir d'un crayon et de le faire tomber le long d'un cylindre vertical animé d'un mouvement de rotation sur son axe. Comme on connaît, d'une part, la hauteur verticale du cylindre, c'est-à-dire la hauteur de la chute du corps; de l'autre, le diamètre et la vitesse de rotation du cylindre et, par suite, la portion de sa circonférence correspondant à l'intervalle d'une seconde, on peut facilement, avec la courbe tracée par le corps en tombant, calculer le chemin qu'il a parcouru pendant les diverses fractions de temps qu'a duré sa chute.

Entre le moment où l'excitant est appliqué sur le muscle et celui auquel ce dernier se contracte il s'écoule un temps très-court, qui a été évalué par Helmholtz à 2 centièmes de seconde.

En se contractant, le muscle durcit et s'épaissit, ainsi qu'on peut s'en convaincre facilement en appuyant la main sur le biceps pendant sa contraction. L'augmentation en épaisseur compense exactement la perte en longueur, car en faisant passer un courant électrique à travers un muscle de grenouille placé dans un flacon plein d'eau dont le bouchon est traversé par un tube de verre, on voit le niveau du liquide rester presque complétement invariable pendant la contraction.

La rapidité avec laquelle certains mouvements se répètent dans un temps donné prouve que la contraction musculaire peut se faire très-promptement. Au moyen d'appareils enregistreurs analogues à celui dont nous avons parlé plus haut, on s'est assuré que les ailes d'une mouche exécutaient 300 battements par seconde, celles d'un moineau 13, celles d'un pigeon 8.

Les muscles lisses se contractent avec une rapidité beaucoup moins grande que les muscles striés; ils se relâchent également avec beaucoup plus de lenteur après avoir été contractés.

En se contractant, les muscles donnent naissance à un bruit particulier, nommé *bruit musculaire*, qu'on constate facilement en plaçant un doigt dans une oreille; le bruit que l'on perçoit provient bien du doigt, car un autre corps ne produirait pas la même sensation.

Le bruit musculaire qui se manifeste quand on contracte les masséters après s'être bouché les oreilles avec de la cire a été étudié par divers physiologistes; en faisant vibrer un diapason à l'unisson du bruit qui se produit dans cette expérience, on constate que l'instrument vibre 30 à 35 fois par seconde. Le muscle qui se contracte exécute donc ce même nombre de vibrations par seconde.

Cette rapidité des vibrations du muscle en contraction le fatigue nécessairement; comme tous les organes, il est soumis à la double loi d'action et de repos. Maintenir un muscle longtemps contracté est tout à fait impossible; l'homme le plus vigoureux ne pourrait garder le bras horizontalement tendu plus de 20 minutes.

Divers organes contractiles, comme les cils vibratiles, semblent fonctionner sans repos; mais aussi ils meurent très-vite et ne continuent leur mouvement incessant qu'à la condition de se renouveler constamment.

On a admis pendant longtemps que le raccourcissement des muscles pendant leur contraction était dû à un plissement en zigzag de la fibre musculaire. Cette opinion est aujourd'hui abandonnée. M. Rouget croit que les fibres musculaires sont de véritables ressorts en spirale; mais cette disposition ne paraît exister réellement que chez les animaux inférieurs. Il est probable que la fibre musculaire se raccourcit simplement en augmentant de diamètre, comme un tube de caoutchouc qu'on étire.

Quand l'excitation musculaire est courte et brusque, comme celle résultant d'une décharge électrique, le muscle n'éprouve qu'une secousse et revient de suite à sa longueur normale; si l'action de l'excitant se répète à intervalles très-rapprochés, comme celle que produit le passage d'un courant d'induction, il éprouve une série de secousses d'une succession si rapide qu'il n'a pas le temps de

revenir à sa longueur première dans leur intervalle, et il demeure, tant que l'excitation continue, dans un état de contraction permanent qu'on a nommé *tétanos*.

Une série d'oscillations très-rapprochées mettant le muscle en état de raccourcissement permanent, Weber en a conclu que la contraction volontaire était produite par une série d'excitations multiples parties du cerveau.

Pendant sa contraction, la fibre musculaire éprouve des changements de composition que nous étudierons plus loin. Ces changements ne pouvant se faire qu'aux dépens du sang que les vaisseaux lui apportent, l'arrêt de la circulation dans un muscle a bientôt pour résultat, d'abord l'arrêt des mouvements volontaires, c'est-à-dire la paralysie du muscle, qui survient en moins d'un quart d'heure, et ensuite la disparition de la contractilité, qui ne persiste guère plus de deux heures. Quant à l'arrêt de la circulation veineuse, elle n'exerce aucune action sensible sur la contractilité musculaire.

Indépendance de la contractilité musculaire et du système nerveux. On a cru pendant longtemps que la contractilité des muscles n'était pas inhérente à la fibre musculaire, mais qu'elle était due uniquement aux relations de cette dernière avec le système nerveux. Si l'on coupe, en effet, les nerfs qui se rendent à un muscle, le mouvement volontaire y est aboli; mais cela ne l'empêche pas de conserver sa contractilité sous l'influence des excitants. Longet a vu qu'en coupant une portion du nerf facial, la galvanisation de la partie du nerf qui ne communique plus avec les muscles ne produit aucune contraction, alors qu'en appliquant l'excitant sur les muscles eux-mêmes, on les fait se contracter avec énergie. En empoisonnant un nerf moteur avec du curare, ce qui détruit complétement son action, on voit également la contractilité persister quand on applique l'excitant sur le muscle. On sait, du reste, que le cœur de l'embryon commence à battre bien avant qu'il existe aucune trace de communication avec le système nerveux central.

La contraction musculaire est donc indépendante du système

nerveux et résulte uniquement de la structure des éléments contractiles. L'action exercée sur le système nerveux par le muscle est une simple stimulation comparable à celle que les autres excitants produisent. Quand on applique un excitant sur le nerf au lieu de l'appliquer sur le muscle, ce dernier se contracte beaucoup plus énergiquement que quand l'excitant est appliqué directement sur lui; mais cela tient uniquement à ce que, en appliquant un excitant sur un muscle, on n'agit que sur des points peu éloignés du lieu d'excitation, tandis qu'en agissant sur le nerf, l'influence excitante se propage à tous les points où le nerf se ramifie, c'est-à-dire à toutes les fibres musculaires, qui se trouvent alors toutes excitées en même temps.

Les lésions des diverses parties du système nerveux, celles de la moelle épinière notamment, ont souvent pour résultat la dégénérescence granulo-graisseuse des fibres musculaires, et comme conséquence des troubles fonctionnels consistant en diminution ou perte de la contractilité. Ils proviennent de ce que la lésion nerveuse a pour effet d'empêcher l'excitation de se porter à toutes les fibres musculaires. Or il en est de la contractilité comme de la plupart des propriétés des organes, qui finissent par disparaître quand elles ne sont pas exercées. Tout organe qui ne fonctionne pas s'atrophie fatalement*.

***Utilité de la gymnastique musculaire et physiologie de l'exercice.** — Les muscles se renouvelant sans cesse comme tous les organes, et ne se développant que lorsqu'ils fonctionnent fréquemment, alors qu'ils s'atrophient, au contraire, quand ils restent en repos, l'exercice leur est indispensable. L'exercice, surtout l'exercice en plein air, chasse, canotage, équitation et, bien après, la gymnastique dans une salle close, ont, non-seulement sur le développement musculaire, mais encore sur la santé, des effets incontestables. Le mouvement active considérablement la circulation et la respiration et, par suite, le renouvellement des éléments des tissus qu'il rajeunit en les empêchant de vieillir, et qu'il débarrasse rapidement des matériaux de dépuration dont l'oxydation est incomplète et l'élimination lente, quand la circulation capillaire n'est pas suffisamment rapide. Nous savons qu'un individu qui élimine 19 grammes d'acide carbonique par heure au repos, en élimine 190 grammes, c'est-à-dire dix fois plus, quand il fait de l'exercice. Le sang des personnes qui vivent en plein air est plus rouge et en réalité plus pur que celui des individus vivant dans des pièces étroites d'où ils sortent rarement. Le teint plombé de ces derniers est l'indice certain de l'impureté du sang qui baigne leurs tissus.

Outre son action sur la rénovation des éléments des tissus, l'exercice accélère aussi certaines fonctions, notamment la digestion, d'abord en stimulant l'appétit, par suite de l'usure des matériaux qu'il produit, et ensuite en favorisant la contraction des

fibres musculaires intestinales. Sous l'influence de l'accroissement des mouvements respiratoires, le diaphragme et les muscles de l'abdomen éprouvent, en effet, des contractions énergiques qui favorisent la marche des aliments dans le tube digestif. L'exercice est le meilleur traitement de la constipation, cet état pathologique si commun chez les gens sédentaires. Combiné avec l'hydrothérapie, qui favorise également la circulation dans les capillaires et, par suite, la rénovation moléculaire des tissus, l'exercice est certainement le plus puissant des agents thérapeutiques dont la médecine dispose, et, aussi bien sur le moral que sur le physique, ses effets sont réellement merveilleux.

L'exercice méthodique des organes, des muscles en particulier, a reçu le nom de *gymnastique*. C'est un art fort ancien, que les Romains et les Grecs poussèrent à un haut degré de perfection, mais qui est peu cultivé de nos jours, bien qu'il n'y ait personne qui n'en vante bien haut l'utilité.

On comprend facilement, du reste, que cet art soit généralement délaissé. La seule gymnastique qu'on vante est la gymnastique ancienne — dont les méthodes sont, du reste, peu connues — et qu'on voudrait prendre pour type de celle qu'il faudrait enseigner aujourd'hui, sans songer que les conditions de la vie moderne sont complétement différentes de ce qu'elles étaient autrefois. Sans doute, ce fut dans les gymnases que se formèrent les héros de Marathon et des Thermopyles, et ces soldats romains qui résistaient à toutes les fatigues et firent la conquête d'une partie du monde. Mais si, dans l'antiquité, la gymnastique était l'exercice le plus nécessaire, parce que acquérir la force musculaire, c'était alors acquérir la puissance, avec les progrès des sciences modernes la force musculaire est devenue d'une utilité bien mince et ne vaut nullement les longs efforts qu'elle nécessite pour être acquise. Du reste, la physiologie, en nous démontrant l'utilité de faire fonctionner un organe pour qu'il se développe, nous enseigne aussi que le développement exagéré d'un organe tend fatalement à l'atrophie des autres, et, comme le dit Bichat, « vous ne verrez presque jamais coïncider la perfection des organes locomoteurs avec celle du cerveau ni des sens, et, réciproquement, il est très-rare que ceux-ci étant très-habiles à leurs fonctions respectives, les autres soient très-aptes aux leurs. La supériorité d'un organe, aussi bien que la supériorité dans un art ou une science, se mesure presque toujours par l'infériorité des autres. » Abuser d'un organe, système musculaire, système nerveux ou tout autre, conduit toujours à une prédominance organique nécessairement nuisible.

La gymnastique, telle qu'elle est pratiquée actuellement dans la plupart des gymnases, n'a pour les personnes en bonne santé qu'une utilité minime; pour les individus de constitution débile, elle est certainement plus nuisible qu'utile. Avec le système uniforme d'exercice en usage, on n'exerce que certains muscles, toujours les mêmes, et souvent le genre de travail qu'ils exécutent est précisément l'opposé de celui qu'ils devraient effectuer. Dans les exercices habituels d'anneaux, trapèzes, etc., les parties qui, à l'état normal, servent habituellement de points fixes deviennent mobiles et *vice versâ*. Qu'un sujet ait les épaules saillantes et le thorax rétréci, on lui conseillera infailliblement de joindre aux exercices précédents des mouvements horizontaux des bras en avant et en arrière avec des haltères; mais on n'arrive ainsi qu'à exercer les muscles du bras et de l'épaule, et presque pas les muscles qu'il s'agissait de fortifier pour rapprocher les omoplates de la colonne vertébrale (trapèze, rhomboïde, grand dorsal. etc.), et comme alors on exerce aussi précisément les antagonistes de ces muscles, tels que les pectoraux par exemple, les efforts qu'ils font dans les mêmes proportions que les muscles à développer annulent les effets que devrait produire l'exercice de ces derniers.

Il est évident que dans ce cas comme dans tous les cas analogues où il s'agit de ortifier un groupe particulier de muscles, les antagonistes ne devraient pas être

exercés. On y arrive en remplaçant leur action par celle d'un poids ou d'un ressort qui ramène, au moyen de cordes et de poulies, les muscles dans la position d'où les muscles à exercer les ont écartés. Mais pour employer efficacement ce système, dont l'application n'exige que quelques poids, une poulie et une corde, il faut absolument que la personne qui en dirige l'application connaisse à fond la physiologie des mouvements. Malheureusement c'est là un genre de connaissances dont l'utilité n'est même pas soupçonnée par les professeurs de gymnastique.

La gymnastique ne devrait pas se borner, du reste, uniquement à l'exercice d'organes particuliers, tels que le système musculaire. Tous les organes comportent une gymnastique spéciale. La plus importante de toutes est celle du cerveau, c'est-à-dire l'éducation. Malheureusement cette gymnastique-là, faute encore de connaissances physiologiques suffisantes, est bien souvent aussi incorrectement enseignée que la précédente.

Influence des excitants sur les muscles. Aucun élément organisé ne jouit de la propriété de se contracter spontanément ; il a besoin d'une cause. La cause susceptible d'agir sur lui a reçu le nom d'*excitant*.

Les forces que développe le muscle en se contractant s'y trouvent forcément d'avance à l'état latent ou lui sont apportées du dehors ; autrement elles seraient créées par lui, ce qui, comme nous l'avons vu, est complétement impossible. Les principes que la fibre musculaire contient renferment une somme déterminée de forces de tension que l'excitant fait passer à l'état de forces vives. Il est au muscle ce qu'est au ressort bandé le doigt qui le détend. Pas plus que le doigt, il ne crée rien, bien que sous son action une force considérable puisse se manifester.

Les excitants des muscles, c'est-à-dire les causes susceptibles de les contracter, n'ont donc d'autre effet que de faire passer à l'état de forces vives les forces qui s'y trouvent à l'état latent.

Divers excitants chimiques, tels que le sel marin, les acides, la bile, l'ammoniaque, etc., appliqués sur les muscles, provoquent leurs contractions. D'autres, au contraire, notamment les gaz irrespirables, font perdre rapidement aux muscles qui y sont plongés la propriété de se contracter.

Les excitants mécaniques, tels que les piqûres par exemple, provoquent également la contraction musculaire. En enfonçant une aiguille dans le cœur, on parvient à ranimer ses battements éteints.

Parmi les excitants physiques, la chaleur est un des plus éner-

giques. On peut, par son influence, réveiller les contractions du cœur alors que l'électricité n'a plus d'action sur cet organe.

L'électricité est cependant, dans la majorité des cas, un des plus puissants excitants musculaires connus. Il est toutefois essentiel de faire remarquer que les courants ne produisent d'effet sur la contraction qu'à l'instant de l'établissement et à celui de la rupture du courant.

Le plus énergique des excitants musculaires est l'agent nerveux. Il est plus puissant que l'influence électrique, car on voit les mouvements volontaires reparaître dans des membres paralysés, avant qu'ils redeviennent sensibles à l'action du courant électrique.

Vitesse de transmission de l'excitation nerveuse dans les muscles. L'électricité fait, comme on le sait, plus de cent mille lieues par seconde. On pourrait croire que l'agent nerveux, considéré par beaucoup de physiologistes comme de l'électricité, possède une vitesse analogue; mais il n'en est rien, et la rapidité de sa transmission est fort minime. En excitant un nerf dans le voisinage du muscle qu'il anime, et mesurant l'intervalle de temps qui sépare l'excitation de la contraction, on reconnaît que la vitesse de propagation de l'action nerveuse n'est que de 30 mètres par seconde, c'est-à-dire celle d'un cheval de course ordinaire *.

En supposant qu'une baleine de 30 mètres de longueur ait la queue frappée par un harpon, il s'écoulera, comme le fait remarquer Dubois-Raymond, une seconde entière avant que la douleur

*** Vitesse de propagation de l'action nerveuse dans les muscles comparée à celle de divers corps ou agents en mouvement.**

Électricité	464,000,000	de mètres par seconde.
Lumière	300,000,000	»
Terre dans sa course autour du soleil	30,800	»
Boulet de canon	550	»
Son dans l'air	332	»
Vol de l'aigle	35	»
Marche de l'action nerveuse à travers les nerfs	30	»
Locomotive	27	»
Cheval de course	26	»
Contraction musculaire	1	»
Sang dans les carotides	0.2	»

parvienne au cerveau de l'animal, et une autre seconde avant que le cerveau transmette aux muscles de la queue, par l'intermédiaire des nerfs, l'excitation nécessaire pour qu'ils puissent se mouvoir. L'embarcation d'où a été porté le coup aura donc 2 secondes pour se soustraire aux atteintes de l'animal *.

De la lenteur relative de la transmission de l'excitation dans le nerf il ne faudrait pas immédiatement conclure qu'elle est complétement différente de l'électricité, car l'électricité elle-même chemine fort lentement dans les corps mauvais conducteurs. Les expériences de M. Gangain ont prouvé que dans un fil de coton mouillé elle cheminait encore plus lentement que dans les nerfs.

Changements chimiques subis par les muscles pendant leur contraction. Le muscle est principalement com-

* **Moyen de déterminer la rapidité de la propagation de l'excitation à travers les nerfs.** — Supposons qu'un cylindre recouvert d'une feuille de papier noirci avec du noir de fumée soit mis en rotation autour de son axe par un mouvement d'horlogerie, qui lui imprime une vitesse déterminée, soit 1 tour par seconde, et admettons qu'ayant touché le cylindre avec un corps quelconque à intervalles très-rapprochés, il s'agisse de déterminer rigoureusement l'intervalle de temps qui a séparé les deux chocs. Les deux marques produites sur le papier noir par le corps qui l'a touché deux fois présentent un certain écartement, car le cylindre a marché dans l'intervalle des deux contacts. Admettons que cet écartement soit égal au quart de la circonférence du cylindre: comme ce dernier fait 1 tour par seconde, il est évident qu'il s'est écoulé exactement un quart de seconde entre les deux contacts.

Tel est le principe bien simple des instruments qui servent à mesurer des intervalles de temps très-courts. Au moyen d'un diapason dont l'extrémité est munie d'une pointe en rapport avec le cylindre noirci dont nous venons de parler, on peut mesurer avec la plus grande précision des intervalles de temps de un dix-millième de seconde. Un diapason vibrant dix mille fois par seconde mis en rapport avec le cylindre tracera sur sa surface une ligne sinueuse ayant à peu près l'aspect d'une série de *M* dont chaque trait vertical représenterait une vibration. En faisant toucher en même temps le cylindre tournant, d'une part par le diapason, et, de l'autre, par le corps qui doit venir le frapper à intervalles qu'il s'agit de déterminer, il suffira de compter le nombre de vibrations inscrites par le diapason dans l'espace qui sépare les deux tracés produits par ce corps pour transformer cet espace en temps.

Pour mesurer avec cet appareil la rapidité de la transmission de l'excitation à travers les nerfs, il suffit de pointer sur le cylindre tournant deux signaux, l'un au moment où le nerf est excité, l'autre au moment où le muscle obéit à l'excitation; le temps qui s'est écoulé entre les deux phénomènes mesuré comme nous venons de le dire fera connaître la vitesse de transmission. Le premier signal se trace en même temps qu'on fait passer le courant électrique dans le nerf; le second signal est tracé par le muscle lui-même au moyen d'une pointe dont il est muni et qui ne peut venir toucher le cylindre que quand il est raccourci par la contraction.

posé de différentes matières azotées (myosine, acide inosique. créatine, hypoxanthine), de corps gras et de sels divers, chlorures, phosphates, etc. Le liquide qu'on en retire par expression est coagulable à 45°.

Les changements chimiques éprouvés par les muscles en se contractant ne sont pas encore complétement connus; les principales modifications constatées pendant sa contraction sont, d'une part, son changement de réaction : d'alcalin il devient acide et contient alors une notable proportion d'acide sarcolactique, et, d'autre part, l'absorption d'une proportion d'oxygène beaucoup plus considérable qu'à l'état de repos et l'élimination d'une quantité correspondante d'acide carbonique. On constate facilement cet accroissement de l'échange gazeux en analysant l'air d'une cloche sous laquelle on fait contracter par l'électricité des muscles de grenouille.

D'après plusieurs auteurs, la fibrine du sang serait un des produits de l'usure des muscles; le sang qui sort d'un muscle serait d'autant plus riche en fibrine que le muscle aurait plus fonctionné.

C'est au sang artériel que la fibre musculaire emprunte son oxygène et aussi les matériaux azotés ou non azotés nécessaires à son entretien. C'est dans le sang veineux que s'accumulent l'acide carbonique et les produits de la désassimilation du muscle. Ces composés ne peuvent être éliminés que pendant le repos de l'organe. Lorsque ce dernier fonctionne trop longtemps sans repos. ils ne sont plus entraînés par le sang à mesure de leur production, s'amassent dans le muscle et produisent cette sensation de fatigue qui résulte toujours d'une contraction trop prolongée et s'accompagne aussi d'une dureté particulière du muscle, due sans doute à la coagulation de la myosine.

On a cru pendant longtemps que l'urée était un des principaux produits de la désassimilation musculaire; mais il est admis généralement aujourd'hui qu'il n'en est pas ainsi, et que l'activité musculaire n'augmente sensiblement ni la quantité d'urée éliminée au dehors, ni même les produits d'oxydation intermédiaires entre la matière azotée et l'urée, tels que la créatine par exemple. C'est surtout principalement, comme nous le verrons plus loin, sur les

matières non azotées (graisses, sucre, amidon, etc.) que porte la transformation.

Les muscles se contractant quelque temps dans le vide et dans les gaz inertes, tels que l'azote, il est évident que la présence de l'oxygène n'est pas absolument indispensable à la production de ce phénomène. Il est infiniment probable, du reste, que ce ne sont pas des phénomènes d'oxydation qui se passent dans la contraction musculaire, mais bien de simples dédoublements. La provision de principes nutritifs que la fibre musculaire contient et que le sang vient incessamment réparer éprouve ainsi une série de transformations régressives qui les ramènent, avec dégagement de force, à l'etat de composés de moins en moins complexes. Si le muscle privé du contact du sang ne se contracte bientôt plus, c'est que sa provision de matière nutritive s'épuise rapidement.

Phénomènes électriques et calorifiques dans les muscles en contraction. Le muscle en contraction s'échauffe, et une partie de la chaleur qu'il engendre se transforme en mouvement, comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent. Si cependant il y a augmentation de calorique malgré sa transformation partielle en mouvement, et si, par suite, l'exercice ou un travail violent échauffe au lieu de refroidir, cela tient à ce que l'activité de la circulation et l'accroissement de l'absorption de l'oxygène produit par l'accélération de la respiration déterminent une production de chaleur supérieure à celle qui se transforme en mouvement. Chez le travailleur inexpérimenté, l'élévation de température est encore accrue par les mouvements inutiles des muscles. La chaleur qui résulte de leur contraction n'étant pas transformée en travail extérieur utile, reste tout entière à l'état de calorique.

La production de la chaleur et aussi de l'électricité, comme nous le verrons plus loin, n'a rien de particulier au muscle. Tous les phénomènes chimiques sont accompagnés de chaleur et d'électricité ; ce qui, au premier abord, pourrait sembler particulier au muscle, c'est uniquement la transformation de chaleur en mouvement. Mais le même phénomène peut s'observer dans des corps complétement soustraits aux lois de la vie. Quand on charge un

muscle d'un poids et qu'on l'échauffe, il se raccourcit en soulevant le poids, et produit ainsi un travail mécanique. Il en sera de même si, au lieu de fixer le poids à un muscle, on le fixe à l'extrémité d'un fil de caoutchouc.

Les muscles sont le siége de courants électriques, dont il est facile de démontrer l'existence en plaçant un des fils conducteurs du galvanomètre sur la surface de section d'un muscle et l'autre sur sa surface naturelle. La déviation de l'aiguille révèle immédiatement l'existence du courant; on constate ainsi que la surface de section du muscle est électrisée négativement par rapport à sa surface extérieure, qui l'est positivement. On peut même constituer une pile électrique uniquement composée de muscles; il suffit de superposer plusieurs tronçons de cuisse de grenouille de façon à mettre en présence les surfaces douées d'états électriques opposés. Certains poissons, tels que les torpilles, peuvent développer des courants électriques assez intenses pour produire une commotion violente.

D'après Dubois-Raymond, l'intensité du courant développé par un muscle est d'autant plus grande que la puissance contractile de ce muscle est elle-même plus considérable. Le courant des fibres musculaires du cœur dévie fortement l'aiguille; celui des fibres de l'intestin fort peu.

Les courants électriques qui se manifestent dans les muscles à l'état de repos se modifient pendant la contraction, soit qu'ils changent de direction, soit qu'ils diminuent, soit encore qu'ils disparaissent, points sur lesquels la science n'est pas suffisamment fixée. Les rapports existant entre les phénomènes électriques des muscles et leurs contractions sont encore indéterminés; jusqu'à un certain point, ces phénomènes doivent être indépendants, car les poisons qui paralysent la contractilité des muscles sont sans effet sur les courants électriques qui les sillonnent.

Le courant électrique musculaire est indépendant du système nerveux. On s'en assure facilement sur les animaux empoisonnés avec le curare, qui jouit de la propriété de paralyser les nerfs moteurs et, par suite, de supprimer complétement leur action. Après leur destruction, les courants électriques persistent.

Force développée par les muscles en se contractant. Le travail que le muscle peut développer varie suivant la nature de l'excitant qu'on lui applique. La force musculaire que peut engendrer chez l'homme, en se contractant, un centimètre carré de muscle est évaluée à 6 ou 7 kilogr. environ.

Entre la force réelle engendrée dans le muscle et le travail qu'il produit il y a, comme du reste dans toutes les machines, un écart assez sensible. Quelque parfaites que ces dernières puissent être, elles ne rendent, en effet, qu'une partie du travail moteur; le reste est perdu dans les frottements et les diverses résistances de la machine. Dans la machine humaine, les frottements des surfaces articulaires des tendons, contre les surfaces de glissement, etc., consomment une notable partie du travail produit par les muscles.

Le travail maximum que l'homme puisse fournir équivaut à 200 ou 250,000 kilogrammètres par jour, c'est-à-dire à la force nécessaire pour élever 200 à 250,000 kilogr. à la hauteur de 1 mètre. On admet généralement que la plus grande somme de travail que l'homme puisse produire s'obtient en lui faisant gravir les échelons d'une roue à chevilles. La quantité de travail ainsi fournie est égale à son poids multiplié par la hauteur à laquelle il serait arrivé en suivant une ligne verticale pendant toute la durée de son ascension. Elle correspond au chiffre indiqué plus haut, qui équivaut lui-même à l'élévation du poids du corps à la hauteur de 4000 mètres.

En exerçant une traction de bas en haut, le poids étant entre les jambes, l'homme produit le maximum de force dont il est capable pendant un court instant. Elle est suffisante pour soulever un poids de 150 à 200 kilogr.

On évalue la force musculaire de l'homme et des animaux au moyen de *dynamomètres*, instruments constitués par un ressort dont l'écartement, mesuré au moyen d'une aiguille en rapport avec lui, correspond à un poids donné.

L'effort de traction exercé par les deux mains de l'homme avec cet instrument est de 55 kilogr.; celle exercée par un cheval, de 300 à 400 kilogr. L'homme pesant environ 65 kilogr. et le cheval 600, on voit que l'effort exercé par le premier est égal aux

5/6 de son poids, tandis qu'il n'équivaut qu'à la moitié au plus chez le second *.

L'énergie musculaire des petits animaux, comme les insectes, est proportionnellement bien supérieure à celle de l'homme. M. Plateau a constaté qu'un hanneton tirait un poids égal à 23 fois celui de son corps. Quelques-uns, comme la mouche, peuvent porter, en volant, un poids égal au triple de celui de leur corps. La force musculaire que déploient la puce et la sauterelle en sautant est énorme; un homme qui, à proportion égale, posséderait une force pareille, sauterait sans difficulté par-dessus la grande pyramide d'Égypte ou franchirait d'un bond la largeur de la Seine.

Lorsqu'un animal est appliqué à vaincre une résistance considérable, à faire ce qu'on nomme un *effort*, ses muscles sont obligés de prendre un point d'appui solide, ce qui nécessite divers mouvements. L'individu qui va faire un effort commence par respirer profondément; il ferme ensuite instinctivement la glotte et emprisonne ainsi dans sa poitrine une certaine quantité d'air. Sous l'influence de la compression exercée par les muscles expirateurs, la cage thoracique se trouve alors soumise à l'action de deux forces agissant en sens inverse. L'une, la tension de l'air qu'elle contient,

* En expérimentant sur une vingtaine d'ouvriers de chez un fabricant d'instruments de chirurgie de Paris, M. Liégeois est arrivé aux résultats suivants :

Age du sujet.	Tirage à deux mains, le corps en arrière		Tirage par devant la poitrine, avec une sangle		Tirage par derrière le dos, avec une sangle	
	sans secousse.	avec secousse.	sans secousse.	avec secousse.	sans secousse.	avec secousse.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
De 18 à 30 ans . . .	31.50	92.50	29.00	100.50	30.50	92.00
De 31 à 40 ans . . .	35.16	97.00	34.50	79.83	30.00	97.50
De 41 à 53 ans . . .	48.75	117.50	45.00	131.25	52.00	144.25

Ces chiffres montrent, entre autres particularités curieuses, qu'une traction avec secousse produit un effort qui est à peu près le triple d'une traction sans secousse. C'est un résultat bon à se rappeler quand on veut réduire une luxation. Un aide dont l'effort n'équivaut guère à plus de 30 kilogrammes produira un effort équivalent à 90 kilogrammes avec une brusque secousse. Il faut donc éviter ces dernières pour ne pas s'exposer à des accidents.

qui tend à la pousser au dehors ; l'autre, l'action des muscles expirateurs, qui la repousse en dedans. Ces forces se faisant équilibre, il en résulte que la poitrine reste immobile et peut alors fournir un point d'appui solide aux muscles qui doivent se contracter pendant toute la durée de l'effort.

La tension de l'air dans l'intérieur du poumon pendant l'effort a pour conséquence de repousser excentriquement les parties que la poitrine contient. Quand l'effort est trop violent, il peut en résulter la production d'un emphysème pulmonaire. Si une blessure du thorax se produit pendant l'effort, il s'ensuit une hernie pulmonaire. La hernie d'autres organes, tels que les intestins, à travers les divers orifices avec lesquels ils sont en contact, sont également quelquefois la conséquence d'efforts un peu énergiques et de la compression des viscères qui en est la suite.

Les organes contenus dans la poitrine étant comprimés par le thorax pendant l'effort, il en résulte que la circulation du sang dans les capillaires pulmonaires est gênée. Ce liquide s'accumule, par suite, dans le cœur droit et dans les veines de la partie supérieure du tronc, qui se distendent. Si la distension est trop prolongée, elle peut produire une hémorrhagie cérébrale ou pulmonaire. C'est pour cette raison que les moindres efforts doivent être soigneusement évités chez les individus dont la circulation est entravée, ainsi que cela arrive dans les maladies du cœur ou dans celles du poumon notamment.

Mort du muscle. — Rigidité cadavérique. Après la mort, les muscles restent pendant quelque temps irritables, puis deviennent rigides, et enfin se décomposent.

Chez l'homme mort en pleine santé, la contractilité persiste pendant les 10 à 12 heures qui suivent la mort. Le docteur E. Rousseau rapporte avoir vu chez une femme guillotinée le cœur battre encore 26 heures après la mort. Clark a observé les contractions de cet organe une heure et demie après la mort chez un pendu. Dans la mort par séjour dans une atmosphère irrespirable, la contractilité dure moins longtemps. Chez l'animal à sang froid elle persiste plus longtemps que chez l'animal à sang chaud.

Le muscle vit donc longtemps après que les autres organes ont cessé de vivre. La mort ne se manifeste pour lui que quand il perd sa contractilité; alors survient sa rigidité, qui est le véritable signe de sa mort.

La *rigidité cadavérique* se produit dès que la contractilité a disparu. Elle commence 8 à 20 heures après la mort et débute par les muscles de la mâchoire inférieure. Après eux viennent ceux des membres inférieurs, puis ceux du cou, et enfin les muscles des membres supérieurs. L'animal devient d'une raideur qu'on a pu comparer à celle d'une planche, et ses articulations ne peuvent être pliées qu'avec de grands efforts. Lorsque ces efforts ont été suffisants pour vaincre leur rigidité, elle ne se reproduit généralement plus.

Chez les animaux fatigués par une longue course, le gibier par exemple, la rigidité cadavérique apparaît très-rapidement après la mort. C'est peut-être par suite de la rigidité consécutive à la fatigue que les soldats tués sur le champ de bataille conservent parfois l'attitude qu'ils avaient au moment de la mort. Cet effet a été signalé par plusieurs auteurs, mais je l'ai rarement observé.

On produit facilement la rigidité cadavérique chez un animal vivant, en empêchant le sang d'arriver aux membres. Une température élevée la produit également: dans un bain à 50° elle apparaît presque immédiatement. Elle est indépendante du système nerveux, car elle se manifeste dans les membres paralysés ou dans ceux dont on a coupé le nerf.

La cause de la rigidité musculaire paraît être la coagulation des principes semi-liquides que les muscles contiennent. De transparente qu'était la fibre musculaire pendant la vie, elle devient trouble et opaque; son contenu se solidifie, et d'alcaline sa réaction devient acide. C'est en coagulant ces parties liquides qu'agit la température sur la production de la rigidité cadavérique.

§ 2.

SOURCES CHIMIQUES DU MOUVEMENT.

Origine de la puissance musculaire. L'animal est, comme nous l'avons dit déjà, aussi impuissant à créer une parcelle de force qu'un atôme de matière. Toutes les forces, chaleur, électricité, mouvement, etc., dont il dispose dérivent des forces que l'aliment contient à l'état de forces de tension et qu'il ne fait que transformer en forces vives.

Les chiffres que nous avons donnés en traitant des aliments ont montré que la force engendrée par chacun d'eux est très-différente, et que les aliments hydrocarbonés (graisses, fécules etc.) sont ceux qui en dégagent le plus. C'est donc principalement aux dépens de ces derniers que les forces doivent s'engendrer.

Les physiologistes ont longtemps admis, avec Liebig, que la combustion des matières grasses et sucrées fournissait exclusivement la chaleur destinée à entretenir la température animale, tandis que l'action de l'oxygène sur les matières azotées préalablement converties en fibre musculaire pouvait seule développer du travail mécanique. Ce serait donc uniquement dans la destruction de sa propre substance que le muscle puiserait le principe de sa puissance.

Pour contester cette opinion, on a fait remarquer que le produit de la désassimilation des matières azotées, l'urée, devrait, dans l'hypothèse précédente, augmenter avec le travail musculaire, ce qui n'est pas. Divers expérimentateurs, et notamment Fick et Wiliscenus, ont reconnu, en effet, qu'un travail musculaire considérable, tel que l'ascension d'une haute montagne, n'accroît pas sensiblement la quantité d'urée sécrétée, et que le travail alors produit est très-supérieur à celui qu'engendrerait l'oxydation de la quantité de muscle correspondant à l'azote rejeté sous cette forme*.

* Il est utile de faire remarquer qu'en réalité rien ne démontre, comme l'admettent la plupart des physiologistes, qu'il doive y avoir relation directe entre le travail musculaire et la production de l'urée. L'urée ne se rencontre pas normalement dans le muscle, et ce n'est que dans le sang et dans certains organes, comme le foie, qu'elle se forme aux dépens des produits d'usure de tous les tissus.

Mais, tandis que l'urée n'augmente pas, l'acide carbonique augmente considérablement, au contraire*; d'où l'on conclut que c'est surtout dans l'oxydation des aliments riches en carbone, tels que ceux mentionnés plus haut, que la force musculaire prend sa source. Du reste, les observations faites sur des prisonniers militaires exclusivement nourris de matières végétales prouvent que le travail qu'ils peuvent produire est infiniment supérieur à l'oxydation des matières azotées que leur alimentation contient. On sait d'ailleurs que les herbivores, tels que les bœufs, les chevaux, etc.. développent une force considérable avec leur alimentation très-peu azotée; que les oiseaux granivores sont plus vifs et plus vigoureux que les carnivores; que les acarus qui vivent en parasites sur les animaux sont beaucoup plus lents que ceux qui vivent de farine ou de sucre.

On ne peut nier cependant que les matériaux azotés concourent également à la production de la chaleur et de la force. Les carnivores se nourrissent exclusivement de chair, et dans l'abstinence tous les animaux deviennent en réalité carnivores, car ils se nourrissent de leurs propres tissus, le tissu musculaire notamment.

L'aliment azoté peut donc aussi, bien qu'à un degré moindre que les aliments riches en carbone (graisse, fécule, sucre, etc.), être un générateur de chaleur et de force; mais nous voyons que ces derniers, d'après les théories modernes, joueraient dans l'alimentation un rôle beaucoup plus important que celui qu'on leur attribuait autrefois et seraient même très-supérieurs à la chair musculaire pour l'entretien des forces. Le lard que consomme l'habitant des campagnes lui serait en réalité beaucoup plus utile que la viande. Nous avons déjà vu que les peuplades des environs du pôle ne pouvaient lutter contre la basse température de ces froides contrées sans absorber journellement une quantité considérable de matières grasses.

La force musculaire s'engendrant aux dépens des matériaux

* Pendant le sommeil, l'homme, d'après Smith, excrète 19 grammes d'acide carbonique par heure; réveillé et assis, 29 grammes; marchant avec une vitesse de 2 milles anglais à l'heure, 70 grammes montant rapidement sur une roue à cheville, 190 grammes.

riches en carbone, il ne faudrait pas en conclure qu'on accroîtrait indéfiniment la puissance du muscle en augmentant ces aliments dans la ration journalière. La force que ces derniers contiennent n'est qu'une force de tension. Pour qu'elle soit convertie en force vive, il faut, outre l'excitation produite par le système nerveux, l'absorption d'une quantité d'oxygène suffisante pour produire les transformations chimiques qui engendrent la chaleur et le mouvement. Si la quantité d'oxygène absorbée est insuffisante, les matériaux nutritifs ne subissent que des transformations incomplètes, et, au lieu d'être rejetés au dehors à l'état d'acide carbonique, s'accumulent dans les tissus sous forme de graisse, d'acide urique, d'urates, etc. C'est pour cette raison que l'obésité, la gravelle et la goutte sont le privilége des forts mangeurs, surtout lorsqu'ils font peu d'exercice.

On ignore encore si la chaleur et la force peuvent s'engendrer directement aux dépens des matériaux nutritifs à l'état de sang, ou s'il est nécessaire que ces matériaux soient préalablement transformés en muscles ou plutôt en cette substance semi-liquide que la fibre musculaire contient. Il nous semble bien probable que le sang ne doit avoir d'autre rôle que de renouveler incessamment la provision d'éléments nutritifs que la fibre musculaire contient, et que c'est seulement sous l'influence des contractions de cette dernière que la chaleur et le mouvement qu'elle renferme en puissance peuvent être mises en liberté. Le réservoir de force disponible est le muscle; la puissance qui la met en liberté est l'agent nerveux ou tout autre excitant susceptible de produire la contraction. Un cœur de grenouille complétement privé de sang par le lavage peut se contracter spontanément douze heures après avoir été séparé de l'animal, ce qui prouve bien que ce n'est pas aux dépens du sang que s'opère son mouvement. Malgré l'opinion de Frankland et d'autres physiologistes, il nous semblerait fort difficile d'expliquer comment cette génération de forces, d'intensité si variable, pourrait se produire directement dans le sang et être apportée au muscle à l'état de force vive toute formée, précisément au moment où il se contracte.

En résumant ce que nous avons dit dans ce chapitre, nous

voyons que les mouvements se produisent au moyen d'appareils contractiles dont le plus simple est la matière amorphe nommée *matière sarcodique* et le plus compliqué la *fibre musculaire;* que cette dernière jouit de la propriété essentielle de se contracter sous l'influence d'excitants divers, dont le plus puissant est le système nerveux ; que la chaleur et le mouvement s'engendrent aux dépens de la provision de matériaux nutritifs que la fibre musculaire emprunte au sang, et que l'excitant ne fait que transformer en forces vives les forces de tension que ces matériaux contiennent. Avec ces notions nous allons pouvoir actuellement aborder l'étude des mouvements que les muscles produisent en se contractant.

CHAPITRE III.

MÉCANISME DES MOUVEMENTS.

§ 1er. *Organes mis en mouvement par les muscles.* — Os, squelette, articulations. — Mouvements divers exécutés par les os. *Extension, flexion, etc.* — § 2. *Principes de mécanique applicables à l'étude des mouvements.* — Théorie des leviers. — Leviers osseux. — Importance du mode d'insertion des fibres musculaires. — § 3. *Physiologie de divers attitudes et mouvements.* — Station verticale. — Marche et divers modes de locomotion : pas, course, saut, natation, vol. — Étude du vol au moyen des appareils enregistreurs. — Physiologie des mouvements expressifs de la face. — Raison physiologique des divers mouvements de la face produits par les passions. — Expressions diverses produites par la contraction des muscles de la face. — § 4. *Tableau des mouvements que peuvent exécuter les diverses parties du corps et énumération des muscles qui les produisent.* — Muscles moteurs de la tête, du tronc, des membres, etc.

Les divers mouvements du corps s'opèrent, comme nous l'avons vu, au moyen des muscles. En se contractant, ces derniers mettent en mouvement les diverses parties, squelette, peau ou viscères, auxquelles ils s'insèrent ou diminuent la capacité des organes ou des canaux autour desquels ils sont disposés.

Les muscles et les os sur lesquels ils s'attachent forment une série d'organes mécaniques, dont l'ensemble constitue une machine, très-supérieure, sans doute, à celles que l'homme a jusqu'ici construites, mais dont le fonctionnement est soumis aux mêmes lois que celles qui régissent la marche de tous les appareils en mouvement.

Avant d'aborder l'étude du mécanisme des divers mouvements, nous allons jeter un rapide coup d'œil sur les organes que les muscles font mouvoir et sur les lois mécaniques de ces mouvements.

§ 1er.

ORGANES MIS EN MOUVEMENT PAR LES MUSCLES.

Os et squelette. C'est en agissant sur des tissus osseux nommés les *os* que les muscles produisent les divers mouvements.

Les os sont des organes rigides, dont nous avons précédemment fait connaître la structure. Ils sont formés par des lamelles entrecroisées, que recouvre une matière compacte*, composée, comme elles, d'une substance organique, l'*osséine*, et de sels minéraux, phosphate et carbonate de chaux. Le centre de l'os est creusé d'un canal contenant une substance molle, très-légère, nommée *moelle;* disposition qui a pour résultat de diminuer le poids de l'os, tout en augmentant sa solidité, car il est démontré en mécanique que, de deux colonnes de même hauteur et formées d'une même quantité de matière, dont l'une est pleine et l'autre creuse, la dernière est la plus résistante. A leurs extrémités les os sont terminés par des saillies nommées *apophyses*, qui ont pour effet d'augmenter leur surface de façon à permettre à un grand nombre de muscles de s'y insérer. Elles font en même temps office de poulies de réflexion, qui permettent aux tendons de s'insérer aux os avec une certaine obliquité. Les muscles longs des membres sont en effet généralement parallèles à la direction du levier osseux qu'ils doivent mouvoir, condition éminemment défavorable à leur action, comme nous le verrons plus loin.

L'ensemble des os constitue le squelette, véritable charpente de la machine humaine. Il sert tout à la fois de support et d'enveloppe protectrice aux organes. On le divise en trois parties : la tête, le tronc et les membres.

La *tête* est formée en haut et en arrière par le crâne ; en bas et en avant par la face.

Le *tronc* est constitué par le thorax et le bassin, que relie ensemble une colonne osseuse, colonne vertébrale ou rachis. Le *thorax* a la forme d'une cage conoïde dont la base est en bas. Il est formé par la colonne vertébrale en arrière, par les côtes en avant et sur les parois latérales; il contient le cœur et les poumons. Le *bassin* a la forme d'un cône tronqué profondément échancré. Il termine inférieurement la cavité abdominale, supporte la colonne vertébrale et renferme dans sa cavité la partie inférieure du tube digestif, la vessie et les organes de la génération. La *colonne vertébrale* supporte la tête à sa partie supérieure et

* Voyez fig. 6, p. 25.

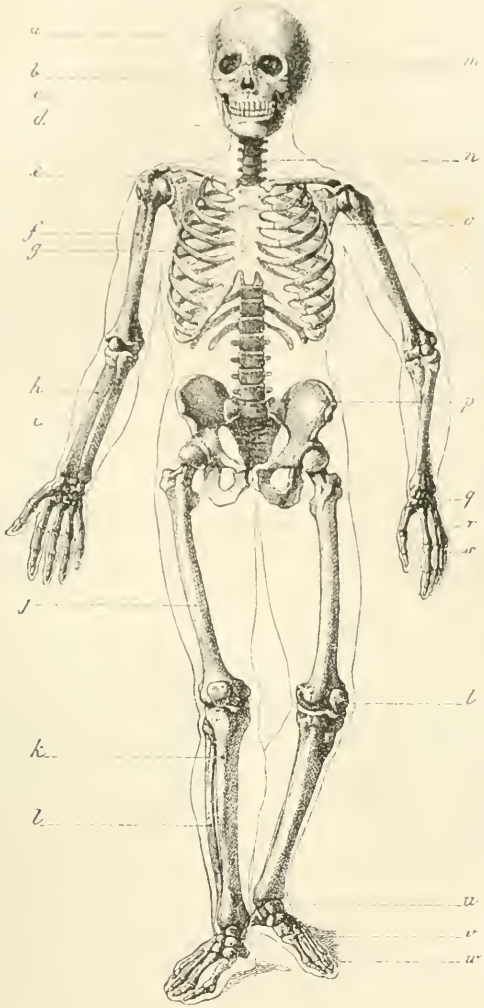


Fig. 130. — *Squelette de l'homme.*

a) Os frontal. — *b*) Malaire. — *c*) Maxillaire supérieur. — *d*) Maxillaire inférieur. — *e*) Clavicule. — *f*) Humérus. — *g*) Côtes. — *h*) Radius. — *i*) Cubitus. — *j*) Fémur. — *k*) Tibia. — *l*) Péroné. — *m*) Pariétal — *n*) Vertèbres. — *o*) Omoplate. — *p*) Bassin. — *q*) Os du carpe. — *r*) Os du métacarpe. — *s*) Doigts. — *t*) Rotule. — *u*) Os du tarse. — *v*) Os du métatarse. — *w*) Orteils.

Les différents os du squelette sont dessinés avec leurs détails dans les figures suivantes, à l'exception de la cage thoracique, représentée page 319 et des os du pied, qui se trouvent dans les planches consacrées aux muscles à la fin de ce chapitre.

Fig. 131. — *Crâne humain.**

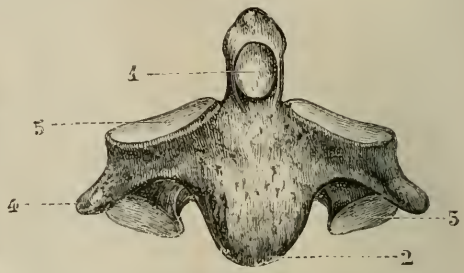


Fig. 132.
*Face antérieure de la deuxième vertèbre cervicale (axis).***

Fig. 133. — *Bassin de l'homme.*

Fig. 134 — *Bassin de la femme.*

* 1) Facette articulaire de l'apophyse, toïde. — 2) Saillie inférieure de la vertèbre. — 3) Facette articulaire inférieure. — 4) Apophyse transverse. — 5) Facette articulaire supérieure.

** 1) Frontal. — 2) Occipital. — 3) Pariétal. — 4, 5) Temporal. — 6) Sphénoïde. — 7) Maxillaire supérieur. — 8) Malaire. — 9) Os du nez. — 10) Maxillaire inférieur.

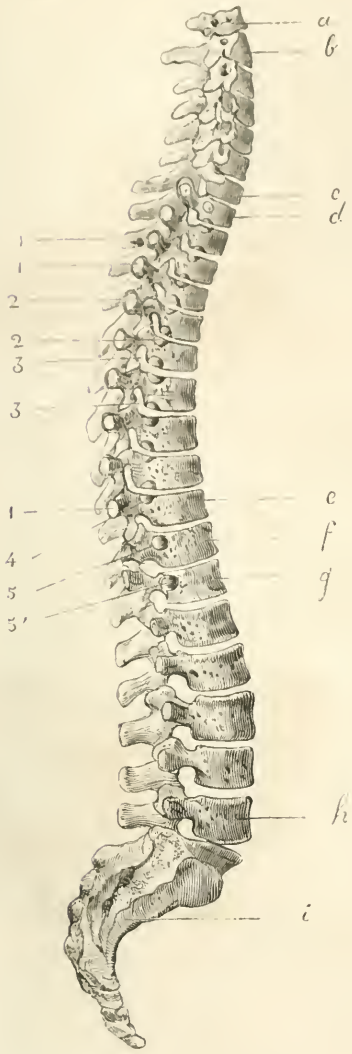


Fig. 135. — *Colonne vertébrale.**

Fig. 136.
*Squelette du bras, de l'avant-bras et de la main.***

* *a*) Atlas. — *b*) Axis. — *c*) Septième vertèbre cervicale. — *d*) Première vertèbre dorsale. — *e*) Dixième dorsale. — *f*) Onzième dorsale. — *g*) Douzième dorsale. — *h*) Cinquième lombaire. — *i*) Sacrum.

1, 1) Facettes des apophyses transverses s'articulant avec les côtes. — 2, 2) Facettes articulaires du corps des vertèbres s'articulant également avec les côtes. — 3, 3) Trous de conjugaison. — 4, 5) Facettes articulaires de diverses vertèbres.

** 1) Humérus. — 2) Radius. — 3) Cubitus. — 4) Os du carpe. — 5) Os du métacarpe. — 6) Doigts.

s'articule avec le bassin à sa partie inférieure; elle est composée de vingt-quatre pièces nommées *vertèbres*, séparées par des disques de matière élastique nommés *disques intervertébraux*. Cylindriques en avant, les vertèbres sont munies latéralement et en arrière de saillies osseuses nommées *apophyses*, Les apophyses latérales nommées apophyses transverses s'articulent avec des os nommés *côtes*, qui forment les parois de la poitrine.

La colonne vertébrale a trois courbures en sens contraire, qui la rendent plus solide que si elle était verticale, ainsi qu'on le démontre en mécanique.

Les *membres* sont tous construits sur le même type. Ils se partagent chacun en quatre segments, qui sont : pour les membres supérieurs, l'épaule, le bras, l'avant-bras et la main; et pour le membre inférieur, la hanche, la cuisse, la jambe et le pied.

L'épaule est formée de deux os, la clavicule et l'omoplate; la hanche n'en a qu'un seul, de même que le bras et la cuisse; l'avant-bras et la jambe en contiennent deux; la main, vingt-sept; le pied, vingt-six. Le nombre total des os du squelette est de 198.

Avec des formes très-diverses en apparence, le squelette des différents animaux est, au fond, toujours construit sur le même plan. Sous les nombreuses variétés de formes que revêt un même organe on reconnaît toujours un type constant. Les membres antérieurs des mammifères, les ailes des oiseaux, les nageoires thoraciques des poissons sont des organes formés des mêmes parties. Quand certains os semblent manquer, comme le péroné chez les oiseaux, il y a seulement, en réalité, fusion de plusieurs os. Quand ils se multiplient, la multiplication résulte de la division des os.

La nature crée, du reste, le moins de types possible. Chez le même animal; les membres inférieurs sont formés d'os semblables à ceux des membres supérieurs. Les os des diverses vertèbres sont également semblables, et un examen attentif montre que la tête qui surmonte les vertèbres est formée elle-même de la réunion de plusieurs de ces derniers organes.

C'est sur les os que les muscles s'insèrent. Cette insertion se fait au moyen de cordes résistantes, nommées *tendons*, composées

Formes diverses du squelette dans la série animale.

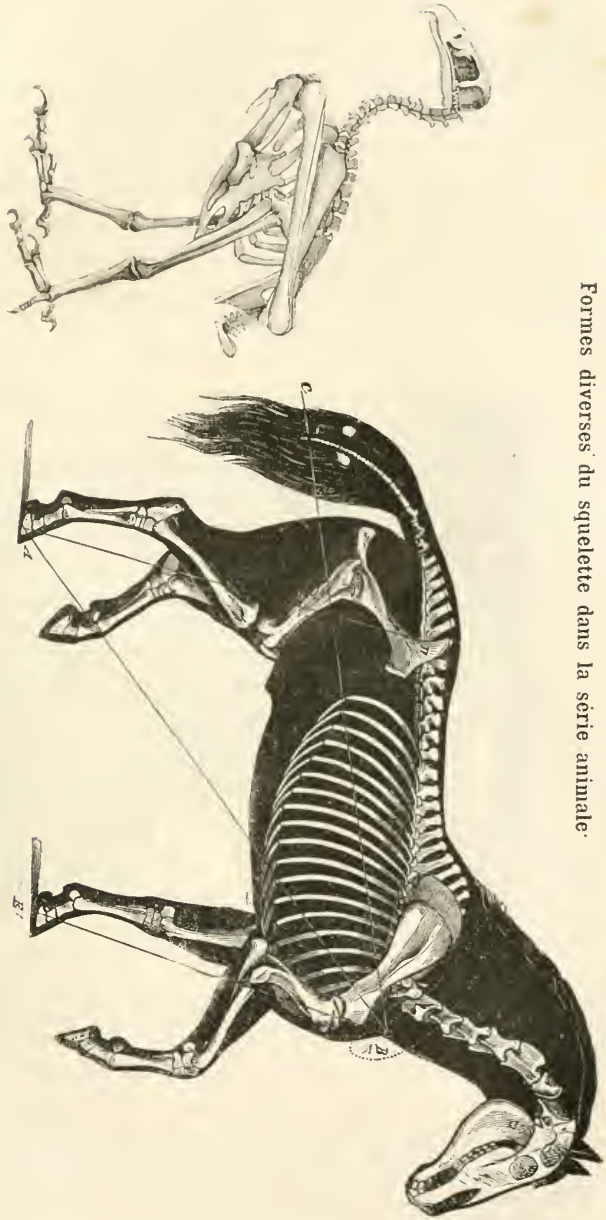


Fig. 137. — *Squelette d'oiseau.*

Fig. 138. — *Squelette de mammifère (cheval).* *

Fig. 139. — *Squelette de reptile.*

* CB) Ligne de direction du tirage. — AB) Ligne d'action des extrémités postérieures. — EB) Ligne d'action des extrémités antérieures.

de faisceaux de matière fibreuse riches en vaisseaux et en nerfs. Les fibres de ces tendons, nommées aussi *aponévroses d'insertion*, ne se continuent pas avec les fibres musculaires. Ces dernières se terminent par un cul-de-sac qui s'enfonce dans une dépression correspondante du tendon.

Les muscles sont fixés aux os par des lames fibreuses qui partent des gaînes aponévrotiques enveloppant les muscles. Toutes les masses musculaires d'un membre ou d'une région sont entourées d'une gaîne fibreuse nommée *aponévrose*, d'où partent des cloi-

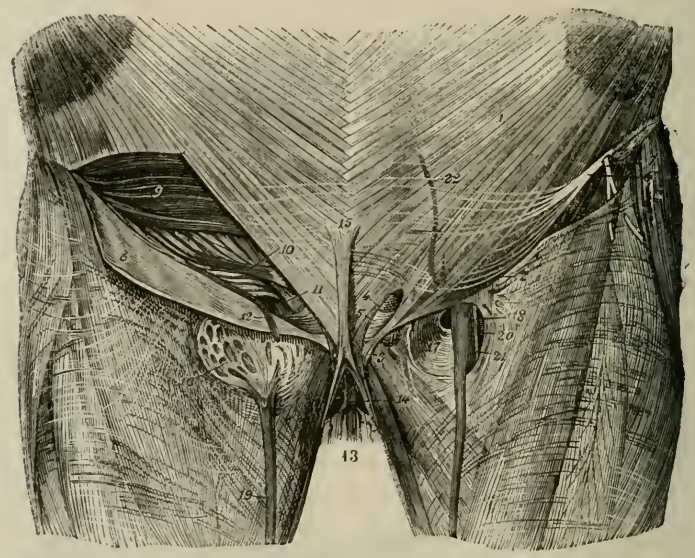


Fig. 140. — *Aponévroses enveloppant les muscles**.

sons intermusculaires qui la divisent en loges distinctes pour chaque muscle.

* 1, 2) Aponévrose des muscles de l'abdomen. — 3, 4, 5) Anneau inguinal, — 6) Tronc de filets nerveux. — 7) Nerf fémoro-cutané externe. — 8) Aponévrose renversée du muscle petit oblique — 9) Petit oblique. — 10, 11) Faisceaux du petit oblique et du transverse — 12) Muscle crémaster. — 13) Pénis. — 14, 15) Ligaments suspenseurs du pénis. — 16) Fascia crebriformis. — 17) Canal crural. — 18) Veine fémorale. — 19) Veine saphène interne. — 20) Artère fémorale. — 21) Veine fémorale. — 22) Artère épigastrique inférieure vue par transparence.

Articulations. La plupart des os sont unis ensemble d'une façon très-mobile; mais quelques-uns, ceux du crâne par exemple, sont engrenés et complétement fixes. Il existe aussi plusieurs articulations qui, sans être tout à fait soudées, ne jouissent que de mouvements très-peu étendus; tels sont, par exemple, certains os de la main, du bassin, etc.

Les articulations mobiles sont les plus nombreuses; elles sont formées de pièces osseuses, séparées par des cartilages élastiques qui empêchent les surfaces osseuses de frotter l'une contre l'autre. Elles sont également protégées par une mince membrane nommée *membrane synoviale*, qui sécrète un liquide destiné à remplir les vides existant entre les surfaces articulaires et à adoucir leurs frottements.

Les articulations mobiles sont unies par des ligaments fibreux, qui s'étendent de l'une à l'autre surface osseuse, mais sans gêner leurs mouvements, à moins que ces derniers ne tendent à s'exagérer. Dans ce cas elles en limitent l'étendue.

Ce ne sont pas les ligaments qui maintiennent en contact les surfaces des articulations mobiles: ils sont trop relâchés; ce ne sont pas non plus les muscles, car ils ne peuvent pas toujours rester contractés. Ces surfaces ne sont maintenues en présence que par la pression atmosphérique, qui agit comme lorsqu'elle empêche deux glaces appliquées l'une contre l'autre de se séparer. En coupant sur un cadavre suspendu par le cou les ligaments et les muscles qui entourent une articulation, celle de la cuisse par exemple, on voit que les surfaces articulaires, bien que privées de tout point d'attache, restent cependant en contact jusqu'à ce qu'on fasse passer de l'air entre elles.

Les disques de matière élastique qui se trouvent entre certaines articulations, telles que les vertèbres, ont une utilité considérable. Ils agissent comme ressort pour ramener à leur position les pièces du squelette qui en ont été écartées par l'action musculaire. Si les vertèbres n'étaient pas ainsi retenues par des disques de matière élastique, la colonne vertébrale ne pourrait être maintenue verticalement que par la contraction permanente des muscles du dos. Il suffit d'examiner, en effet, un individu de profil pour voir

Articulations des os entre eux.

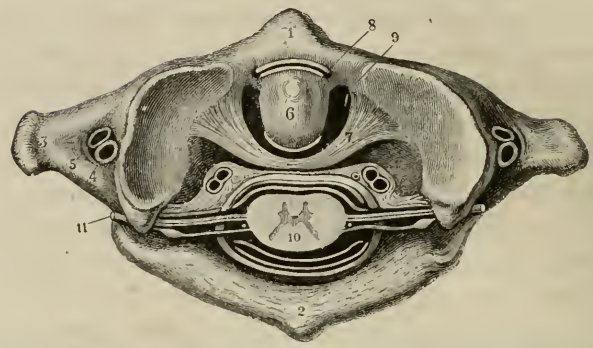
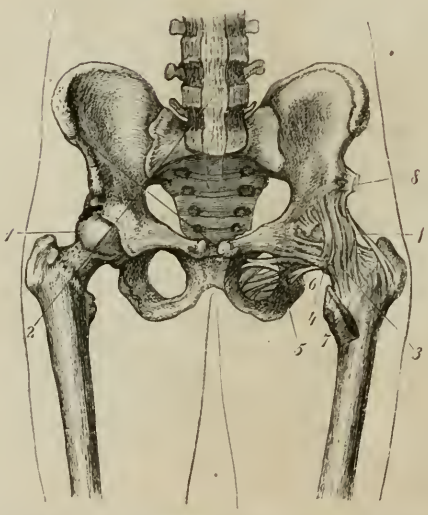


Fig. 141. — *Articulation de l'apophyse odontoïde avec la première vertèbre cervicale.* *



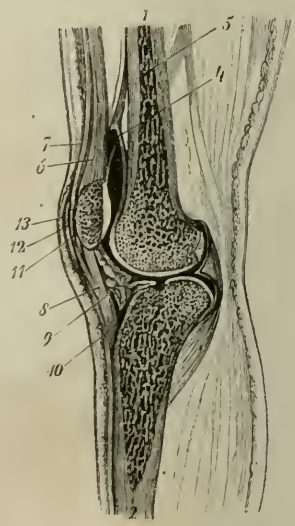


Fig. 142. — *Articulation de la cuisse avec le bassin.*** Fig. 143. — *Articulation du genou.* ***

1, 2) Arcs antérieur et postérieur de l'atlas. — 3) Apophyse transverse. — 4, 5) Artère et veine cérébrales. — 6) Apophyse odontoïde. — 7) Ligament transverse de l'atlas. — 8) Articulation de l'atlas avec l'apophyse odontoïde. — 9) Synoviale. — 10) Moelle épinière. — 11) Nerf cervical.

** 1, 1) Axe de rotation du bassin. — 2) Ligne coupant en deux parties égales une ligne allant de l'épine iliaque antérieure et supérieure au bord supérieur de la symphyse du pubis. — 3, 4, 5) Capsule fibreuse de l'articulation coxo fémorale. — 6) Coupe du muscle psoas iliaque. — 7) Coupe du muscle psoas. — 8) Coupe du muscle droit antérieur.

*** 1) Fémur. — 2) Tibia. — 3) Rotule. — 4) Cul-de-sac sous-tricipital de la synoviale. — 5) Prolongement de la synoviale. — 6) Tendon du triceps fémoral. — 7) Aponévrose. — 8) Tendon rotulien. — 9) Tissu adipeux. — 10) Séreuse sous-cutanée. — 11, 12, 13) Séreuses prérotuliennes.

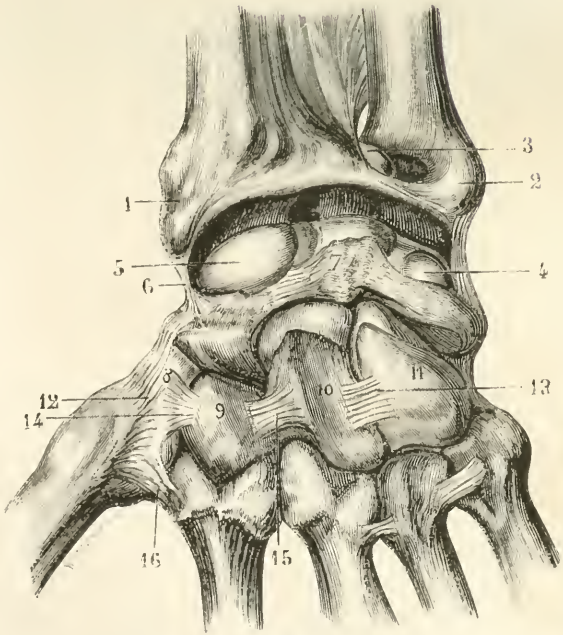


Fig. 144. — *Articulations au poignet.* *

Fig. 145. — *Articulations des côtes avec la colonne vertébrale.*

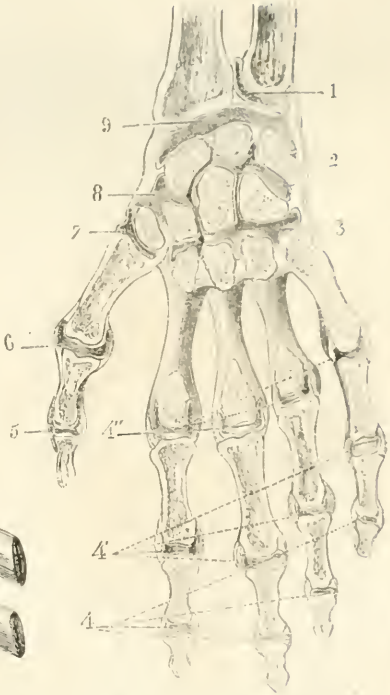


Fig. 146. — *Coupe des articulations du poignet et de la main.* **

* 1) Apophyse styloïde du radius. — 2) Apophyse styloïde du cubitus. — 3) Facette articulaire du cubitus. — 4) Os pyramidal. — 5) Scaphoïde. — 6) Ligament latéral externe de l'articulation radio-carpienne. — 7) Os semi-lunaire. — 8 (Trapèze. — 9) Trapézoïde. — 10) Grand os. — 11) Os crochu. — 12) Ligament étendu du trapèze au premier métacarpien. — 13) Ligament unissant le grand os à l'os crochu. — 14) Ligament allant du trapèze au trapézoïde. — 15) Ligament unissant le trapézoïde au grand os. — 16) Ligament étendu du premier au deuxième métacarpien.

** 1) Synoviale de l'articulation radio-cubitale. — 2) Synoviale entre les deux rangées du carpe. — 3) Synoviale entre le carpe et le métacarpe. — 4) Articulations des secondes avec les troisièmes phalanges — 4') Articulations des premières avec les secondes phalanges. — 4'') Articulations métacarpo-phalangiennes. — 5) Articulation des deux phalanges du pouce. — 6) Articulation métacarpo-phalangienne du pouce. — 7) Synoviale. — 8) Articulation du scaphoïde avec le trapèze et le trapézoïde. — 8) Synoviale de l'articulation radio-carpienne.

que le poids des organes placés dans la poitrine et l'abdomen l'emporte considérablement sur le poids des organes placés derrière la colonne vertébrale et tend, par conséquent, à la porter en avant. Mais comme ses mouvements ne peuvent se faire sans entraîner la déformation des disques cartilagineux, ces derniers, qui, de même que tout corps élastique, jouissent de la propriété de revenir à leur forme première après en avoir été écartés, tendent toujours à ramener la colonne vertébrale dans sa position normale.

Chez les animaux qui ont toujours la tête élevée, comme le cheval, il existe derrière le cou un ligament puissant chargé de la maintenir et de rendre inutile une contraction musculaire permanente qui serait extrêmement fatigante, en admettant qu'elle fût possible.

Diverses sortes de mouvements exécutés par les os. Les différents genres de mouvements que peuvent exécuter les os ont été nommés *flexion, extension, abduction, adduction, circumduction* et *rotation*. On dit qu'un membre est en *flexion* quand ses deux extrémités se rapprochent, et en *extension*, quand elles s'éloignent; on dit qu'il est en *adduction* lorsqu'il se rapproche de l'axe du corps, et en *abduction* lorsqu'il s'en éloigne; en *circumduction* quand il décrit un mouvement conique autour de son axe, et en *rotation* quand il tourne sur cet axe. On a donné le nom de *muscles fléchisseurs, extenseurs, adducteurs,* etc., aux muscles capables de produire ces mouvements.

Les muscles concourant aux mêmes mouvements sont nommés *congénères;* ceux qui produisent des mouvements contraires sont nommés *antagonistes ;* les fléchisseurs d'un membre sont *congénères,* les extenseurs sont *antagonistes* des fléchisseurs. Quand un muscle se contracte en même temps que son antagoniste, l'os sur lequel il agit étant tiré également en sens contraire, reste forcément immobile.

§ 2.

PRINCIPES DE MÉCANIQUE APPLICABLES A L'ÉTUDE DES MOUVEMENTS. THÉORIE DES LEVIERS.

On donne, en mécanique, le nom de *levier* à une barre rigide pouvant tourner librement autour d'un point fixe, comme le fléau d'une balance, par exemple. Ce point fixe a reçu le nom de *point d'appui*. Sa position relativement au point où s'applique la force ou *puissance* qui met le levier en mouvement et à celui où s'applique la *résistance* à vaincre pour produire ce mouvement détermine l'espèce du levier. Si le point d'appui est entre la puissance et la résistance; on a le levier du *premier genre*, dont les ba-

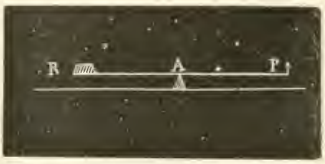


Fig. 147. — *Levier du premier genre.*

lances et les ciseaux sont des exemples. Si le point d'appui est a une extrémité du levier, tandis que la puissance est à l'autre et la résistance entre les deux, le levier est dit du *deuxième genre*.

Fig. 148. — *Levier du deuxième genre.*

Fig. 149. — *Levier du troisième genre.*

L'aviron qui fait marcher un bateau, le casse-noisette qui brise une amande, la brouette, quand elle est en mouvement, sont des leviers de cette sorte. Enfin, le point d'appui peut encore être à une extrémité, mais la résistance à l'autre extrémité et la puissance entre les deux. C'est le levier du *troisième genre*. La pédale

d'un piano, les pincettes des foyers, le rouet des fileuses en sont des exemples.

Dans les trois genres de levier que nous venons de décrire, la distance qui sépare le point d'appui de la puissance et de la résistance se nomme *bras de levier*. *Le bras de levier de la puissance* a, par conséquent, pour longueur la distance qui sépare le point d'appui de celui où est appliqué la puissance. *Le bras de levier de la résistance* a pour longueur la distance comprise entre le point d'appui et le point d'application de la résistance.

On démontre, en mécanique, que la puissance qui tend à faire mouvoir un levier autour de son point d'appui produit d'autant plus d'efforts que le bras de levier sur lequel elle agit est plus long, c'est-à-dire que le point d'application de la puissance est plus éloigné du point d'appui. Si le bras de levier de la puissance est deux fois, trois fois, quatre fois plus long que le bras de levier de la résistance, la puissance qui fera équilibre à la résistance n'aura besoin que d'être la moitié, le tiers, le quart, etc., de cette dernière. On exprime ce fait en disant que pour que deux forces se fassent équilibre à l'aide d'un levier, il faut que l'intensité de la puissance et celle de la résistance soient en raison inverse de la longueur des bras de levier auxquels elles sont appliquées.

L'effet que produit une force appliquée sur le bras d'un levier croissant avec la longueur de ce bras de levier, on comprend qu'avec une force quelconque on puisse faire équilibre à une résistance très-supérieure, à condition que le bras de levier sur lequel agit la puissance soit suffisamment long. C'est en se basant sur ce principe qu'Archimède disait qu'avec un point d'appui et un levier il soulèverait le monde. Ce serait, sur une immense échelle, la simple réalisation de ce que l'on fait chaque jour avec l'espèce de balance nommée *romaine*, qui permet, comme on le sait, de peser des corps de poids fort différents avec un même poids, qu'il suffit de placer à une distance convenable du point d'appui, de façon à faire varier la longueur du bras de la puissance.

Il ne faudrait pas croire cependant — erreur professée par tous les chercheurs de mouvement perpétuel — que les leviers per-

mettent de multiplier la force. Ce qu'on gagne d'un côté, on le perd inévitablement de l'autre. Avec une puissance minime on produit facilement un effort très-grand, mais ce n'est qu'en lui faisant parcourir un grand espace et en la faisant agir fort longtemps; ce qui a été gagné en force est alors perdu en vitesse et en espace parcouru. Avec un levier suffisamment long un homme pourra bien à lui seul soulever une locomotive; mais pendant que la locomotive s'élèvera à une hauteur très-minime, le bras de levier de la puissance, en raison de l'extrême longueur qu'il aura fallu lui donner, sera obligé de parcourir un chemin très-long *.

Ce que l'on gagne en force est donc toujours perdu en vitesse; mais réciproquement, ce que l'on perd en force, on le gagne en vitesse et en espace parcouru. En faisant agir sur un levier dont le bras de la puissance est très-court et celui de la résistance très-long une force suffisante, le chemin parcouru par le bras de la puissance sera très-court, pendant que celui parcouru par le bras de la résistance sera très-long **.

Leviers osseux. En appliquant ces principes aux mouvements des os, nous comprendrons facilement les lois d'après lesquelles ces mouvements s'accomplissent.

Les os sont des leviers comme ceux dont nous venons de parler; le *levier du premier genre* (point d'appui entre la résistance et la puissance) est très-commun chez l'homme. C'est surtout dans l'équilibre de la station qu'on le trouve le plus fréquemment. Le tronc en équilibre sur les deux fémurs, la tête en équilibre sur la colonne vertébrale, représentent des leviers du premier genre. Dans ce dernier exemple, la résistance est le poids de la tête, qui tend à la porter en avant; le point d'appui, le niveau de l'union du crâne avec la colonne vertébrale; la puissance est l'action des

* En examinant la fig. 149, on voit, en effet, que, plus le bras AP' est long, plus l'arc de cercle RR' représentant le chemin parcouru par la résistance devient petit relativement à la longueur de l'arc PP', représentant le chemin parcouru par la puissance.

** La fig. 150 le fait facilement comprendre. L'arc PP', qui représente le chemin parcouru par la puissance, est beaucoup plus court que l'arc RR', qui représente le chemin parcouru par la résistance.

muscles qui s'insèrent derrière la tête et la redressent en se contractant.

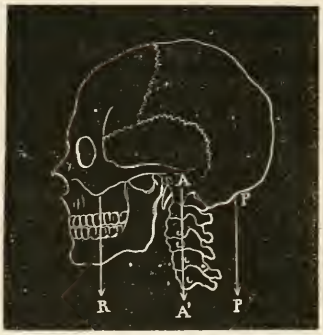


Fig. 150. — *Levier osseux du premier genre.*

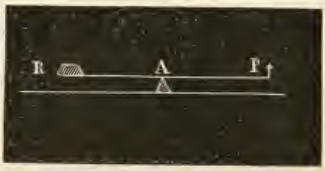


Fig. 151. — *Type d'un levier du premier genre, auquel se ramène la figure précédente.*

Le *levier du deuxième genre* (appui à une extrémité, puissance à l'autre, résistance au milieu) est surtout réalisé dans les mouvements de locomotion. Il se produit notamment quand on se soulève sur la pointe du pied; le point d'appui est alors à l'endroit où la pointe du pied s'appuie sur le sol; la résistance est le poids du corps, qui porte tout entier sur l'articulation du cou-de-pied; la puissance est appliquée au talon, au lieu d'insertion des muscles de la jambe, muscles dont la contraction est destinée à soulever le pied.

Dans le levier du second genre, le bras de levier de la puissance est toujours plus long que celui de la résistance*; par conséquent, d'après les principes énoncés plus haut, avec ce système de levier on perd en vitesse, mais l'on gagne en force. Il fallait une combi-

* Il suffit d'examiner la fig. 154 pour comprendre que AP est toujours plus long que AR.

naison de cette espèce pour arriver à produire l'effort considérable nécessité par le soulèvement de tout le poids du corps quand il s'appuie sur l'extrémité des orteils.

Fig. 152.
Levier osseux du deuxième genre.

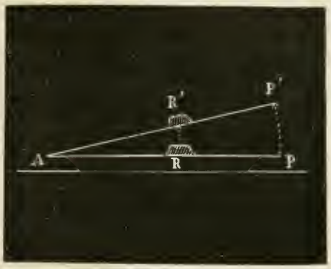


Fig 153.
Type d'un levier du deuxième genre, auquel se ramène la figure ci-contre.

Le *levier du troisième genre* (appui à une extrémité, résistance à

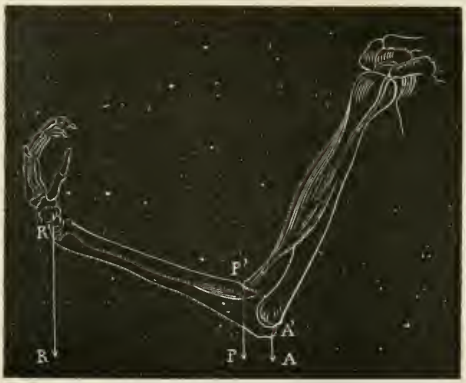


Fig. 154. — *Levier osseux du troisième genre.*

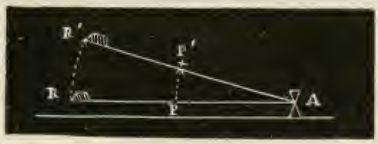


Fig. 155. — *Type d'un levier du troisième genre, auquel se ramène la figure précédente.*

l'autre, puissance au milieu) est, dans la machine animale, le plus répandu de tous ; c'est lui qui produit presque tous les mouvements

de la locomotion et des membres. La flexion de l'avant-bras sur le bras par l'action du biceps en est un exemple; le point d'appui est au coude, la résistance dans la main et la puissance au lieu d'insertion du biceps, à la partie supérieure de l'avant-bras.

Dans le levier du troisième genre, le bras de la résistance est toujours forcément plus long que celui de la puissance*. Par conséquent, d'après ce que nous avons dit plus haut, pour que la puissance fasse équilibre à la résistance à vaincre, il faut toujours qu'elle lui soit supérieure. Dans le levier précédent, la vitesse était sacrifiée à la force; dans celui-ci, c'est la force, au contraire, qui est sacrifiée à la vitesse. Ce genre de levier était nécessaire pour produire les mouvements rapides que nécessite la locomotion de l'animal.

La direction suivant laquelle agit la puissance sur le bras de levier a une importance assez considérable. Plus cette direction est oblique, plus, toute chose égale d'ailleurs, il y a de force perdue. Ce n'est que quand la puissance est perpendiculaire au levier qu'elle produit son maximum d'action**. Les muscles agissant presque toujours perpendiculairement au bras du levier, comme les muscles du mollet sur le talon par exemple, sont peu nombreux; habituellement l'insertion de leurs tendons se fait très-obliquement sur les

* Le simple examen de la fig. 156 montre que AR est toujours forcément plus long que AP.

** Soit PR (fig. 157) un levier dont A est le point d'appui, P la puissance, R la résistance. Si la résistance est égale à la puissance et le bras de la puissance égal au bras de la résistance, le levier reste en équilibre tant que la puissance agit dans

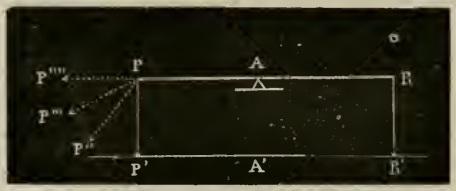


Fig. 156.

la direction perpendiculaire PP'. Mais aussitôt qu'elle prend les directions PP'' PP''', elle fait de moins en moins équilibre à la résistance, et dans la direction PP'''' son action est complétement annulée.

bras de levier sur lesquels ils agissent. Ce n'est, comme dans l'insertion du biceps sur le radius, qu'à certains moments du mouvement que la puissance musculaire agit perpendiculairement aux leviers. Il est évident, en effet, que quand l'avant-bras s'infléchit sur le bras, la puissance musculaire — le biceps — agit d'abord très-obliquement sur le radius et ne lui devient perpendiculaire qu'à un certain moment de la flexion de l'avant-bras *.

Les muscles ne pouvant éprouver qu'un degré de contraction limité, deviennent, lorsqu'ils sont aussi raccourcis que possible, impuissants à produire aucun effet. C'est ainsi que, quand le poignet est fortement fléchi sur l'avant-bras, les doigts ne peuvent plus se fermer complétement, et l'homme le plus vigoureux est obligé de lâcher l'objet qu'il tenait. La position donnée à la main diminue tellement, en effet, la longueur des muscles fléchisseurs qu'ils deviennent incapables de se contracter avec énergie.

§ 3.

PHYSIOLOGIE DE DIVERS ATTITUDES ET MOUVEMENTS.

L'explication détaillée des divers mouvements que les membres sont susceptibles d'exécuter nous entraînerait beaucoup trop loin, car plusieurs de ces mouvements sont d'une complication extrême. Une étude complète des mouvements des doigts quand ils écrivent serait fort longue. Celle des diverses formes de la marche ne saurait être résolue complétement qu'avec le secours de l'analyse mathématique; le membre variant constamment de position, il faudrait décomposer le pas en un nombre infini de périodes élémentaires et additionner les effets produits pendant toutes ces périodes. Nous nous bornerons donc à l'examen rapide des principaux mouvements que les divers muscles produisent.

Station verticale. On démontre, en mécanique, que pour qu'un corps puisse se maintenir en équilibre, il faut qu'une ligne verticale passant par son centre de gravité, c'est-à-dire par le point

* Voyez fig. 155.

d'application de toutes les forces qui agissent sur lui, tombe dans la base de sustentation. Chez l'homme, la base de sustentation est formée par les pieds; plus cette base est large, c'est-à-dire plus les pieds sont écartés, plus l'équilibre est stable, car on peut donner alors aux mouvements du tronc plus d'amplitude, sans que la verticale passant par son centre de gravité cesse de tomber dans l'intérieur de la base de sustentation. Ce centre de gravité est à la rencontre d'un plan vertical qui partagerait symétriquement le corps en deux, et d'un plan horizontal qui le couperait au niveau de la dernière vertèbre lombaire.

Chez l'homme qui porte un fardeau, le centre de gravité se déplace, et pour que la verticale menée par le centre de gravité continue à passer par la base de sustentation, le corps est obligé de prendre certaines attitudes particulières; c'est ainsi que l'homme qui porte un fardeau sur le dos s'incline en avant; si, au contraire, il le porte en l'appuyant sur le ventre, il s'incline en arrière — attitude d'une personne obèse; — quand le fardeau est d'un seul côté du corps, comme lorsqu'on porte un arrosoir, par exemple, le corps se penche instinctivement du côté opposé.

La station verticale du corps n'est possible que par la contraction de certains muscles qui empêchent les membres inférieurs de se fléchir. A la rigueur, on peut maintenir un cadavre dans la position assise; mais le faire tenir debout sur ses jambes est impossible. Aussitôt que l'homme perd connaissance, c'est-à-dire aussitôt que les diverses parties de son corps sont soustraites à l'empire de la volonté, les muscles qui maintenaient ses membres étendus cessent de se contracter et ceux-ci fléchissent aussitôt.

Dans la station verticale l'équilibre de la tête sur la colonne vertébrale est assuré par la contraction des muscles de la région cervicale, et aussi par l'élasticité des disques qui séparent les vertèbres. La tête et la colonne vertébrale forment ainsi une tige rigide appuyée sur le sacrum; tout le poids du tronc et des membres supérieurs est de cette façon transmis aux fémurs et le problème se réduit à maintenir rigides les pièces flexibles qui constituent les membres inférieurs et à empêcher le corps qu'elles supportent de fléchir en avant.

Le mouvement de flexion du corps en avant sur la cuisse est empêché par les muscles extenseurs de la cuisse, c'est-à-dire par les muscles fessiers, qui vont du bassin à la cuisse. La flexion du genou est empêchée par les muscles extenseurs de la jambe sur la cuisse, le droit antérieur en particulier, et la résistance des ligaments articulaires. Le seul axe de rotation autour duquel la chute du corps serait facile est celui de l'articulation de la jambe avec le pied; mais les muscles extenseurs du pied, fort puissants, empêchent cette flexion, qui tend surtout à se faire en avant. Ce sont ces muscles (jumeaux, soléaire, etc.) qui donnent au mollet sa grosseur. Chez les animaux qui ne les possèdent pas ou ne les possèdent qu'à l'état rudimentaire, la station verticale est impossible, surtout quand les muscles fessiers manquent également.

Le pied transmet ainsi au sol le poids du corps. La transmission se fait par le talon et par la partie antérieure du pied. Cet organe a la forme d'une voûte composée d'os multiples reliés entre eux par des ligaments et sur les diverses parties de laquelle le poids du corps se répartit.

La station verticale exige, comme on le voit, la contraction active de plusieurs muscles. Aussi est-elle très-fatigante, bien plus fatigante que la marche; car dans cette dernière un membre se repose tandis que l'autre fonctionne. Pour rester longtemps debout, on est obligé de prendre la position dite hanchée, c'est-à-dire de faire porter le poids du corps tantôt sur une jambe, tantôt sur l'autre, en s'inclinant alternativement d'un côté ou de l'autre. Dans cette position, la verticale menée par le centre de gravité passe par l'articulation du pied du côté sur lequel on s'appuie, et comme cette base est étroite, l'équilibre est facilement détruit.

Physiologie de la marche et des principaux modes de locomotion (natation, vol, etc.). Dans la *marche*, les membres inférieurs peuvent être considérés comme des appuis mobiles servant de supports au tronc, et en même temps comme des agents d'impulsion. Dans ce mode de progression, chaque jambe est alternativement portée en avant par un mouvement d'oscillation comparable à celui du balancier d'une pendule.

Les jambes, pendant la marche, ont été comparées aux deux côtés d'un triangle rectangle. La jambe qui représente le côté de l'angle droit au commencement du pas passe à l'état d'hypoténuse à la fin, tandis que celle qui représentait l'hypoténuse passe, à son tour, à l'état de côté de l'angle droit. La jambe qui passe à l'état d'hypoténuse pousse en avant le bassin et ne peut exécuter ce mouvement qu'à l'aide des contractions des muscles; mais celle qui revient de la position d'hypoténuse à la position de côté droit demeure tout le temps presque entièrement passive et oscille d'une façon presque inerte, comme le balancier de la pendule.

Le mouvement de translation en avant qui constitue la marche est donc le résultat d'une série de mouvements de projection horizontale qui se succèdent rapidement.

Quand le tronc est poussé en avant par une des jambes, l'autre accomplit son oscillation d'arrière en avant, ce qui tend à imprimer au corps un mouvement de torsion alternatif autour de son axe; mais cette oscillation est neutralisée par les mouvements des membres supérieurs. Lorsqu'une jambe oscille d'arrière en avant, le bras correspondant oscille d'avant en arrière, et ce balancement simultané des membres supérieurs détruit l'effet produit en sens contraire par les mouvements des jambes. Quand on supprime l'oscillation des bras, par exemple quand on marche les mains dans les poches ou derrière le dos, le mouvement de torsion signalé plus haut est généralement beaucoup plus prononcé.

D'après Weber, la longueur maxima du pas serait d'environ $0^{m},86$; sa durée une demi-seconde. Le plus grand chemin qu'on puisse parcourir en marchant pendant une heure serait de 9 kilomètres 1/2.

La *course* diffère de la marche en ce que, entre chacune des périodes qui la constituent, se trouve un espace de temps où aucun des pieds ne touche le sol. Elle se compose d'une succession de sauts dans lesquels le corps touche alternativement la terre par un seul pied et est ensuite projeté dans l'espace en se séparant complétement du sol. La longueur maxima de l'espace franchi par un homme d'une stature moyenne dans un des sauts dont la succession constitue la course est égale à $1^{m},70$ environ; la durée du saut

est de deux dixièmes de seconde; le chemin qui serait parcouru en une heure, si cette allure se continuait — ce qui est évidemment impossible — serait de près de 7 lieues.

Dans le *saut*, le corps détaché du sol est lancé dans l'air comme un projectile par l'élasticité des jambes, qui, se fléchissant avec force pour se redresser ensuite brusquement, agissent comme le ferait une tige élastique, un fleuret par exemple, qu'on appuierait sur le sol pour l'abandonner ensuite à elle-même. Quand on fait précéder le saut d'un certain temps de course, ce qu'on appelle prendre son élan, la vitesse acquise pendant la course s'ajoute à l'impulsion finale que produit la détente des jambes, et le saut a beaucoup plus d'amplitude.

Dans la *natation*, les mouvements ont pour but de faire glisser le corps à la surface de l'eau et de l'empêcher de s'enfoncer dans ce liquide; le dernier résultat est obtenu par des mouvements méthodiques des membres, des mains principalement, qui augmentent le volume du liquide déplacé et, par suite, d'après le principe d'Archimède *, diminuent le poids du corps. La progression est la conséquence de la poussée exercée contre le liquide par les membres inférieurs **.

Le vol est un moyen de progression analogue à la natation, mais qui, se passant dans un milieu beaucoup moins dense que l'eau, exige des efforts beaucoup plus considérables. Les muscles de l'homme ne sont pas assez puissants pour produire ces efforts;

* Tout corps plongé dans un liquide perd une partie de son poids égale au poids du volume de liquide qu'il déplace.

** On dit généralement dans les traités de physiologie que la natation sur le dos est beaucoup moins rapide que celle sur le ventre; mais c'est une erreur. On la rend facilement aussi rapide et en même temps bien moins fatigante en se servant des mains et des pieds. Dans la natation habituelle sur le ventre il n'y a guère que les pieds qui servent à la projection, tandis que si, dans la natation sur le dos, on ramène rapidement les bras le long du corps après les avoir d'abord étendus en croix, ils font office de rames, et leur action se joint ainsi à celle des jambes. J'ai bien des fois constaté expérimentalement la commodité de ce genre de natation, dont le seul inconvénient est qu'on n'aperçoit pas le but vers lequel on se dirige. Le mode de natation le plus commode pour aller vite sans se fatiguer, tout en pouvant apercevoir facilement l'endroit vers lequel on veut se rendre, est la natation sur le flanc, une moitié latérale de la tête plongée dans le liquide.

aussi, même avec les appareils les plus compliqués, a-t-il toujours été impuissant à se maintenir quelque temps dans l'atmosphère, alors que certains oiseaux, notamment ceux qui traversent l'océan, peuvent y rester des journées entières et avancer avec une vitesse qui atteint souvent vingt lieues par heure. Les muscles de l'oiseau qui fonctionnent le plus dans le vol, c'est-à-dire les muscles pectoraux, sont énormes et représentent un dixième du poids du corps.

Pour voler, l'oiseau déploie ses ailes, en présentant leurs tranches dans le sens du déplacement, de façon à ne pas rencontrer de résistance sensible; puis il les abaisse d'un mouvement rapide, de façon à frapper l'air de haut en bas par une large surface. C'est pendant ce deuxième temps du vol que le corps reçoit son impulsion.

Le volume considérable d'air mis brusquement en mouvement par l'aile crée une résistance qui joue le rôle de point d'appui, comme l'eau déplacée par l'aviron du rameur. La queue de l'animal lui sert de gouvernail.

Pour planer, l'oiseau étend ses ailes et se laisse descendre lentement, à la façon d'un parachute, et avec la vitesse ainsi acquise il remonte facilement, par un simple mouvement des ailes, au point d'où il était parti.

Les mouvements de l'oiseau qui vole sont infiniment plus rapides que ceux accomplis en un temps donné par la rame du meilleur rameur. Le moineau exécute 13 évolutions d'aile par seconde, le canard 9, le pigeon 8, la buse 3. Même sans soulever aucun poids, l'homme serait incapable d'exécuter pendant quelque temps avec ses bras des mouvements aussi rapides. Chez l'insecte, les mouvements sont beaucoup plus rapides encore que chez l'oiseau; l'aile du papillon bat 19 fois par seconde; celle de la mouche 300 fois*.

* **Étude du vol au moyen des appareils enregistreurs.** — C'est au moyen des appareils enregistreurs qu'on est parvenu à étudier les mouvements de l'aile et à en connaître le nombre. Pour les calculer chez l'oiseau, on s'est basé sur ce fait, que la contraction d'un muscle produit toujours son gonflement; toutes les fois que l'aile de l'oiseau s'abaisse, les muscles de la poitrine qui la mettent en mouvement doivent donc se gonfler. Sur la poitrine de l'animal on fixe, par une sorte de corset, une petite ampoule fermée par un morceau de caoutchouc, qu'un ressort à boudin main-

tient tendu et qui communique par un tube flexible avec une autre ampoule, dont le gonflement fait mouvoir un stylet en rapport avec une feuille de papier noirci appliquée sur un cylindre mobile. Toutes les fois que les muscles de la poitrine se contractent, l'ampoule fixée contre elle s'aplatit, comprime l'air du tube et force la seconde ampoule à se dilater. Cette dernière soulève alors le stylet enregistreur, qui trace un trait sur le cylindre. En même temps que se produit chaque battement d'aile, un mécanisme particulier détermine le passage d'un courant électrique, qui fait mou-

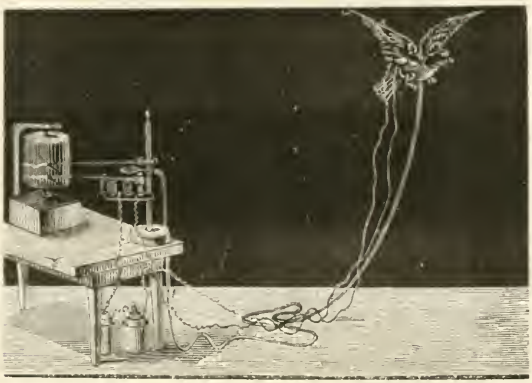


Fig. 157. — *Appareil enregistrant les mouvements de l'aile d'un oiseau.*

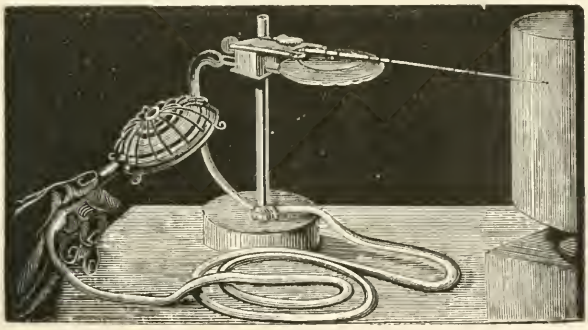


Fig. 158.

Appareil qui transmet au levier enregistreur les mouvements de la poitrine de l'oiseau.

voir un autre stylet également en communication avec le cylindre. Comme on connaît la circonférence du cylindre et sa vitesse, on calcule facilement l'espace de temps auquel correspond l'intervalle qui sépare les signaux et, par suite, la durée du mouvement de l'aile.

Pour constater la vitesse du mouvement de l'aile chez l'insecte, l'appareil précédent ne pourrait pas être employé, parce qu'il serait trop lourd pour être fixé sur l'animal. Le moyen employé pour déterminer le nombre d'oscillations de son aile consiste à forcer cette dernière à frotter sur un cylindre recouvert d'un papier noirci avec du

noir de fumée, en même temps qu'on enregistre les mouvements d'un diapason exécutant un nombre de vibrations déterminé par seconde. On en déduit facilement le nombre de fois que l'aile a passé sur le cylindre tournant, dans un temps donné. Si, par exemple, le diapason bat 200 fois par seconde et trace par suite 200 sinuosités sur le cylindre dans cet intervalle, et qu'à côté de ces 200 sinuosités on en trouve 300 tracées par l'aile, on en conclut qu'elle a exécuté 300 mouvements par seconde.

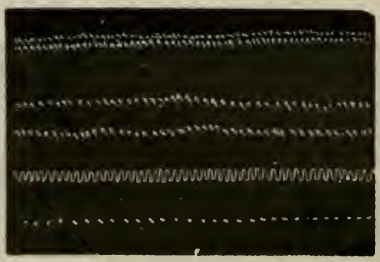


Fig. 159.
Graphique produit par une aile d'insecte mise en contact avec une feuille de papier noirci.
(Les trois premières lignes sont marquées par l'aile d'un bourdon, la quatrième par un stylet attaché à un diapason, la cinquième par l'aile d'une abeille.)

Fig. 160. — *Aspect d'une guêpe volant au soleil après qu'on a doré ses ailes.*

La courbe que trace dans l'espace l'aile en mouvement d'un insecte peut être très-facilement rendue visible en fixant une paillette brillante à l'extrémité de cette aile. En raison de la persistance des images lumineuses sur la rétine — phénomène que nous étudierons dans un autre chapitre — la trace lumineuse produite par l'aile dans son mouvement a l'aspect d'une courbe continue. Chez l'insecte, cette courbe représente un 8 allongé.

Physiologie des mouvements expressifs de la face. Les muscles de la face ont des fonctions particulières que nous décrirons plus loin en donnant le tableau des mouvements des diverses

parties du corps; mais leurs contractions donnent aussi à la physionomie son expression si variable, bien qu'aucun d'eux n'ait été créé évidemment pour les besoins de cette expression et qu'on ne puisse en indiquer qui n'ait quelque fonction particulière, comme d'ouvrir la bouche, fermer les yeux, etc.

Les contractions des muscles qui produisent les aspects du visage correspondant aux divers états de l'âme, tels que : la colère, la joie, la tristesse, etc., ont une raison physiologique qui semble avoir échappé aux observateurs. Le rictus particulier de la bête fauve, auquel est dû une expression particulière de la face que nous qualifions de féroce, parce que l'expérience nous a appris dans quelles circonstances elle se manifeste, a sa cause physiologique dans ce fait que l'animal est obligé d'écarter ses lèvres pour découvrir ses dents et faciliter ainsi son attaque. L'expression de l'homme qui penche la tête, l'oreille au vent, tous les muscles de la face contractés pour suppléer à l'insuffisance des muscles chargés d'agrandir l'ouverture de l'oreille, indique bien l'attention prêtée à un discours que l'on entend avec peine; mais on comprend de suite la raison de cette attitude. Le dégoût est exprimé par la lèvre portée en avant, mouvement qui est le premier qu'elle accomplit pour rejeter de la bouche l'aliment qui ne plaît pas. L'œil hagard exprime bien la préoccupation; mais nous savons que lorsque l'esprit est complétement absorbé par la contemplation des images intérieures dont il est rempli, la volonté n'agit plus sur les muscles de l'œil, qui dès lors ne se contractent plus dans une direction déterminée par elle.

Tous les mouvements de la face que les passions produisent ont ainsi des raisons physiologiques analogues. Leur coïncidence avec certains états de l'âme nous a appris à en connaître la valeur, et il est vrai, comme le dit Buffon, que « lorsque l'âme est agitée, la face humaine devient un tableau vivant où les passions sont rendues avec autant de délicatesse que d'énergie, où chaque mouvement de l'âme est exprimé par un trait, chaque action par un caractère dont l'impression vive et prompte devance la volonté, nous décèle et rend au dehors par des signes pathétiques les images de nos plus secrètes agitations. »

Ce langage de la physionomie est le véritable langage universel, celui que l'enfant apprend à connaître le premier, le seul dont aucune grammaire ni aucune civilisation n'aient jamais pu altérer les lois; le seul aussi que l'homme puisse faire comprendre à l'animal, et souvent, avec son seul instinct, ce dernier est bien meilleur physionomiste que l'homme lui-même. Sous la caresse trompeuse, sous le regard menteusement ami, le chat sait deviner l'intention hostile et la fuir.

Les auteurs peu nombreux qui ont traité de l'art de connaître les hommes par leur physionomie, l'ingénieux Lavater entre autres, ont toujours étudié la physionomie au repos; fort peu ont essayé de tracer les lois de son expression. Lebrun est le premier qui ait tenté d'indiquer par quels traits du visage les passions devaient s'exprimer. Mais comme cet illustre peintre ne pouvait évidemment obliger son modèle à prendre les expressions nombreuses qu'il voulait représenter, ses indications sont souvent inexactes.

Il y a quelques années, un éminent physiologiste, M. Duchenne, de Boulogne, est venu prouver que l'étude des mouvements de la physionomie, abandonnée jusque-là aux artistes, était au contraire du domaine de la physiologie, et que, sur l'homme vivant comme sur le cadavre, le savant pouvait, en excitant certains muscles par l'électricité, provoquer à son gré et fixer par la lumière ces fugitifs mouvements de la face dont la traduction fidèle fait souvent le désespoir des plus grands artistes.

Après avoir constaté que les muscles de la face peuvent se contracter isolément sous l'influence de l'électricité et déterminé le rôle de chacun d'eux, ce savant physiologiste a reproduit par la photographie les expériences qu'il faisait ainsi naître à son gré. Il n'a pas pris toujours pour modèle des têtes de cadavres, parce que ces derniers ne conservent pas assez longtemps leur contractilité, mais la tête d'un vieillard à intelligence obtuse et dont l'insensibilité faciale était absolue. Les règles qu'il est ainsi arrivé à déterminer lui ont paru suffisamment précises pour lui permettre de corriger des fautes d'orthographe faciale sur des chefs-d'œuvre de la statuaire antique. Il a montré, par exemple, que certaines rides qui existaient dans le front de l'Arrotino et dans celui du Laocoon s'ex-

cluaient mutuellement et, par suite, étaient physiologiquement impossibles *.

Voici le tableau des expressions produites par la contraction des divers muscles de la face :

I. Muscles complètement expressifs.

Frontal. . . . . (muscle de l'attention).
Orbiculaire. . . . . (muscle de la réflexion).
Sourcilier. . . . . (muscle de la douleur).
Pyramidal du nez. . . . . (muscle de l'agression).

II. Muscles incomplètement expressifs et muscles dont la contraction complète l'expression de certaines passions.

Grand zygomatique. . . . . (muscle de la joie).
Petit zygomatique . . . . . (muscle du pleurer modéré et du chagrin).
Élévateur de l'aile du nez et de la lèvre supérieure . . . . . (muscle du pleurer à chaudes larmes).
Transverse du nez. . . . . (muscle de la lubricité).
Buccinateur . . . . . (muscle de l'ironie).
Triangulaire des lèvres . . . . . (muscle de la tristesse et complémentaire des expressions agressives).
Muscles de la houppe du menton. . (muscles du dédain et du doute).
Peaucier . . . . . (muscle de la frayeur, de l'effroi et complémentaire de la colère).
Carré du menton. . . . . (muscle complémentaire de l'ironie et des passions agressives).
Dilatateur des narines . . . . . (muscle complémentaire des passions violentes).
Masseter. (muscle complémentaire de la colère, de la fureur).

* La façon dont M. Duchenne, de Boulogne, fut conduit à reconnaître que certains muscles ont le privilége de rendre complétement par leurs contractions certaines passions mérite d'être rapportée. Dès le début de ses recherches, il avait constaté que le mouvement partiel de l'un des muscles moteurs du sourcil produisait toujours une expression de douleur, et qu'aussitôt qu'il le faisait contracter par l'électricité, toutes les autres parties du visage semblaient subir une modification profonde et s'harmonisaient avec lui. Mais un jour, pendant qu'il excitait ainsi le muscle de la souffrance, le sourcil et le front de la personne sur laquelle il opérait furent accidentellement masqués par la chute de son voile, et il reconnut alors que la partie inférieure du visage n'éprouvait pas, en réalité, la moindre contraction. Le mouvement apparent et général de la face n'était donc qu'une illusion, un véritable mirage provoqué par l'aspect du sourcil.

Palpébraux . . . . . (muscles du mépris et complémentaires du pleurer).
Orbiculaire palpébral inférieur. . . (muscle de la bienveillance et complémentaire de la joie franche).
Fibres excentriques de l'orbiculaire des lèvres . . . . . (muscle complémentaire du doute et du dédain).
Fibres concentriques de l'orbiculaire des lèvres . . . . . (muscle complémentaire des passions agressives ou méchantes).
Muscles qui déterminent le regard en haut . . . . . (mouvement complémentaire du souvenir).
Muscles qui déterminent le regard oblique en haut et latéralement. . (mouvement complémentaire de l'extase et du délire sensuel).
Muscles qui déterminent le regard oblique en bas et latéralement . . (mouvement complémentaire de la défiance ou de la frayeur).
Muscles qui déterminent le regard en bas . . . . . (mouvement complémentaire de la tristesse et de l'humilité).

Le tableau de la page suivante fait connaître, d'après le même auteur, le dénombrement des diverses expressions que l'on peut produire par l'électrisation de l'un ou de plusieurs muscles de la face *.

* Je dois tous mes remercîments à M. le docteur Duchenne, de Boulogne, pour les longues heures qu'il a bien voulu passer à revoir et à discuter avec moi tout ce qui, dans ce chapitre (texte et figures), concerne les mouvements de la face. J'ai adopté complétement les résultats des travaux de ce savant physiologiste, et ne diffère d'opinion avec lui qu'en ce que je ne saurais admettre que les muscles de la face ont été créés pour produire, comme fonction principale, les expressions des passions. Je crois que les divers aspects du visage, qui sont la conséquence des impulsions cérébrales que nous nommons *passions*, ont, comme je l'ai indiqué plus haut (p. 519), des raisons physiologiques parfaitement déterminées.

EXPRESSIONS PRIMORDIALES produites par les contractions musculaires.	MUSCLES QUI LES PRODUISENT.
1° Expressions produites par la contraction partielle des muscles complétement expressifs.	
Attention	*Frontal.*
Réflexion	*Orbiculaire supérieur* (portion du muscle dit *orbiculaire des paupières*); contraction modérée.
Méditation	Même muscle; contraction forte.
Contention	Même muscle; contraction très-forte.
Douleur	*Sourcilier.*
Agression, méchanceté	*Pyramidal* du nez.
2° Expressions produites par la contraction combinée des muscles incomplétement expressifs et des muscles complémentaires.	
Joie, sourire, bienveillance	*Grand zygomatique* et *orbiculaire palpébral inférieur*; contraction modérée.
Rire	Mêmes muscles et *palpébraux.*
Joie fausse, sourire menteur	*Grand zygomatique* seul.
Ironie, rire ironique	*Buccinateur, carré.*
Pleurer à chaudes larmes	*Élévateur commun* de l'aile du nez et de la lèvre supérieure, *palpébraux* et fibres excentriques de l'*orbiculaire* des lèvres.
Pleurer modéré	*Petit zygomatique* et *palpébraux.*
Tristesse, abattement	*Triangulaire* des lèvres; *constricteur* des narines et abaissement du regard.
Dédain	*Houppe* du menton, *triangulaire* des lèvres et *palpébraux.*
Doute	*Houppe* du menton, fibres excentriques de l'*orbiculaire* des lèvres, soit de la moitié inférieure, soit des deux moitiés à la fois, et *frontal.*
Mépris	*Palpébraux, carré; transverse* du nez et *élévateur commun* de la lèvre supérieure.

EXPRESSIONS COMPLEXES produites par la combinaison des expressions primordiales.	MUSCLES QUI LES PRODUISENT.
Surprise	*Frontal* et *abaisseurs* de la mâchoire inférieure; à un degré modéré de contraction.
Étonnement	Même combinaison musculaire, avec abaissement considérable de la mâchoire inférieure.
Stupéfaction	Même combinaison musculaire, au maximum de contraction.
Admiration, surprise agréable	Combinaison musculaire de l'étonnement associé à la joie.
Frayeur	*Frontal* et *peaucier.*
Effroi	*Frontal, peaucier* et *abaisseurs* de la mâchoire inférieure, au maximum de contraction.
Effroi avec douleur, torture	*Sourcilier, peaucier* et *abaisseurs* de la mâchoire inférieure.
Colère concentrée	*Orbiculaire palpébral supérieur, masseter, buccinateur, carré* et *peaucier.*
Colère féroce avec emportement	*Pyramidal* du nez, *peaucier* et *abaisseur* du maxillaire inférieur, au maximum de la contraction.
Réflexion triste	*Orbiculaire supérieur* et *triangulaire* des lèvres.
Réflexion agréable	*Orbiculaire supérieur* et *grand zygomatique.*
Joie féroce	*Pyramidal* du nez, *grand zygomatique* et *carré.*
Plaisir lubrique	*Transverse* du nez et *grand zygomatique.*
Délire sensuel	Mêmes muscles que ci-dessus et de plus : regard tourné en haut et latéralement; spasme des paupières, dont la supérieure recouvre une partie de l'iris.
Extase	Même combinaison musculaire que dans le plaisir lubrique, mais sans contraction du *transverse* du nez.
Grande douleur avec larmes; affliction	*Sourcilier, petit zygomatique.*
Douleur avec abattement, désespoir	*Sourcilier* et *triangulaire* des lèvres.

Fig. 161.

Fig. 162.

Fig. 163.

Fig. 164.

Fig. 165.

Fig. 166.

*Expressions de la face obtenues par la contraction électrique des muscles.**

Fig. 161. — *Tête de face au repos* du sujet qui a servi aux expériences.

Fig. 162. — *Tête de profil au repos* du même sujet.

Fig. 163. — *Rire factice* produit d'un côté de la face, l'autre étant au repos, par la contraction électrique du muscle grand zygomatique.

Fig. 164. — *Expression d'effroi* produite par la contraction des muscles peauciers et des frontaux associée à l'abaissement de la mâchoire inférieure.

Fig. 165. — *Même expression*, tête vue de profil.

Fig. 166. — *Expression d'effroi mêlé de douleur extrême*, produite par la contraction des muscles peauciers et sourciliers associée à l'abaissement de la mâchoire inférieure.

* Ces dessins ont été calqués sur des photographies faites d'après nature par M. Duchenne, de Boulogne.

§ 4.

MOUVEMENTS DES DIVERSES PARTIES DU CORPS ET MUSCLES QUI LES EXÉCUTENT.*

La liste que nous allons donner des muscles qui produisent les divers mouvements du corps ne fait pas double emploi avec les indications fournies par les traités d'anatomie, car, au lieu d'y classer, comme dans ces derniers, les muscles suivant leurs rapports, ce qui a l'inconvénient de disséminer dans des chapitres différents les divers muscles qui président aux mouvements d'un membre, nous les avons groupés dans l'ordre de leurs fonctions, ce qui permet de voir immédiatement par quelle série de muscles un mouvement déterminé est produit.

I. MUSCLES MOTEURS DES DIVERSES PARTIES DE LA FACE.

Les muscles des diverses parties de la face s'insèrent par une de leurs extrémités aux os de la face, et par l'autre à la peau de cette région.

Les muscles moteurs des sourcils sont: le *pyramidal*, le *sourcilier* et le *frontal*. **Le pyramidal** est un petit muscle situé sur le dos du nez, et qui semble être la prolongation du *frontal*, dont en réalité il est complétement indépendant; il va du bord inférieur des os propres du nez à la face profonde de la peau qui recouvre l'espace compris entre les sourcils; il plisse transversalement la peau de la racine du nez et abaisse celle de la région intersourcilière. — Le **sourcilier** va de la partie interne de l'arcade sourcilière à la face profonde de la peau de la moitié interne des sourcils. Il élève la partie interne des sourcils et plisse transversalement la partie médiane de la peau du front. En même temps il abaisse les deux tiers externes du sourcil de façon à leur donner une direction oblique de haut en bas. — Le **frontal** va du bord antérieur d'une aponévrose qui recouvre la tête et qu'on a nommée *aponévrose épicrânienne*, à la face profonde de la peau des sourcils et de l'espace intersourcilier, en entrecroisant ses fibres avec celles du sourcilier, du pyramidal et de l'orbiculaire des paupières. Le frontal est réuni par l'aponévrose épicrânienne à l'**occipital**, muscle qui se trouve à la partie postérieure de la tête et va de la ligne courbe occipitale à l'aponévrose épicrânienne, qu'il tire en arrière. Leur réunion les a fait souvent considérer comme un seul muscle, qu'on a nommé *occipito-frontal*. Le *frontal* élève les sourcils en se contractant. Le pyramidal peut être considéré comme l'antagoniste de sa moitié interne, et le sourcilier comme celui de sa moitié externe; mais par son dernier tiers interne le sourcilier est au contraire congénère du frontal. Le seul muscle complétement antagoniste du frontal dans toute son étendue est la moitié supérieure de l'orbiculaire palpébral.

* La plupart de ces muscles sont représentés dans les figures qui terminent ce chapitre.

Les muscles moteurs des paupières sont : l'*orbiculaire des paupières*, l'*élévateur de la paupière supérieure* et le *frontal*.

L'**orbiculaire** ferme les paupières et produit le clignement. Son insertion fixe se fait à la partie interne de la base de l'orbite; son insertion mobile à la face profonde de la peau de la partie externe de la région orbitaire *. — L'**élévateur de la paupière** est destiné à la relever quand elle est fermée; il va du sommet de l'orbite vers l'arcade orbitaire, au niveau de laquelle il se continue avec le muscle orbito-palpébral, situé dans l'épaisseur de la paupière. Le *frontal* a été décrit plus haut.

Les muscles moteurs du nez sont : l'*élévateur commun superficiel* et l'*élévateur profond*, le *dilatateur des narines*, le *transverse* ou *triangulaire*, le *myrtiforme*.

Les **deux élévateurs** sont communs à l'aile du nez et à la narine; ils seront décrits plus loin. — Le **dilatateur des narines** va de la peau du sillon creusé entre l'aile du nez et la joue aux téguments de l'aile du nez; son nom indique ses fonctions. — Le **transverse** va du cartilage du dos du nez à la face profonde de la peau qui recouvre les sillons de l'aile du nez; il plisse verticalement la peau du nez qu'il tire obliquement de bas en haut, et relève ainsi les narines. — Le **myrtiforme** va du maxillaire inférieur au-dessous des fosses nasales à la peau de l'aile du nez, qu'il abaisse en rétrécissant les narines.

Les muscles moteurs des lèvres sont : l'*orbiculaire*, les *élévateurs superficiels et profonds*, les *zygomatiques*, le *canin*, le *buccinateur*, le *triangulaire*, le *carré du menton*, le *risorius*, le *peaucier*, les *muscles de la houppe du menton*.

L'**orbiculaire des lèvres** a pour fonction de fermer les lèvres, qu'il peut aussi renverser en avant; il coopère activement à la succion et à l'articulation des sons. Situé dans l'épaisseur des lèvres, il forme autour de la bouche un sphincter, dont les insertions se font à la peau de la sous-cloison des narines, au maxillaire supérieur au-dessus des incisives, au maxillaire inférieur au-dessous des incisives et à la muqueuse des commissures des lèvres, où il entrecroise ses fibres avec celles du buccinateur. Plusieurs auteurs le considèrent comme formé de deux muscles, *demi-orbiculaire supérieur* et *demi-orbiculaire inférieur*, s'entrecroisant au niveau des commissures. — L'**élévateur commun superficiel** et l'**élévateur profond de l'aile du nez et de la lèvre supérieure** vont de la branche montante du maxillaire supérieur à la peau de l'aile du nez et à celle de la lèvre supérieure; leur nom indique leur usage. — Le **grand zygomatique** et le **petit zygomatique** vont de l'os malaire à la peau de la lèvre supérieure. Le premier attire, en se contractant, la commissure des lèvres en haut et en dehors et prend la plus grande part à l'expression de la gaîté. Le second attire en haut, en se contractant, la partie moyenne de la lèvre supérieure, comme le fait l'élévateur profond, et loin d'exprimer, comme le précédent, la gaîté, en se contractant, il exprime au contraire la douleur. — Le **canin** va de la fosse canine à la peau de la lèvre supérieure; il élève la commissure labiale en l'attirant un peu en dedans. — Le **buccinateur** s'insère en haut au maxillaire supérieur, au-dessus des rebords alvéolaires, en bas au maxillaire inférieur, au-dessous des rebords alvéolaires, en arrière

* Le docteur Duchenne, de Boulogne, considère l'orbiculaire des paupières comme composé de cinq muscles indépendants pouvant se contracter ensemble à la manière d'un sphincter, mais pouvant agir aussi isolément. Le premier (*moitié supérieure de l'orbiculaire extra-palpébral*) abaisse le sourcil et le porte en dedans; le second (*palpébral supérieur*) abaisse la paupière supérieure; le troisième (*palpébral inférieur*) élève de bas en haut et de dehors en dedans la paupière inférieure; le quatrième (*orbiculaire extra-palpébral inférieur*) produit une dépression autour de la paupière inférieure; le cinquième (*muscle de Horner*) est le moteur spécial des points lacrymaux, dont il fait saillir les orifices de 1 à 2 millimètres en les plongeant dans le grand angle de l'œil. (Voy. la figure des muscles de la face p. 536).

à l'apophyse ptérygoïde, en avant à la commissure des lèvres. En se contractant simultanément, les deux buccinateurs éloignent les deux commissures. Ils jouent ainsi un rôle important dans la mastication, en reportant sous la dent les aliments qui sont dans la bouche. — Le **triangulaire des lèvres** va de la face antérieure du bord inférieur du maxillaire inférieur à la commissure des lèvres, qu'il abaisse; il peut exprimer la tristesse et le dégoût et est l'antagoniste du grand zygomatique. — Le **carré du menton** va de la ligne oblique externe du maxillaire inférieur à la face profonde de la peau de la lèvre supérieure; il attire la moitié correspondante de la lèvre en bas et en dehors. — Le **risorius**, dépendance du peaucier, attire l'angle des lèvres en arrière et les éloigne l'une de l'autre, en produisant ainsi le sourire. — Le **peaucier**, large muscle membraneux, va obliquement de la peau de la partie supérieure du thorax aux muscles de la partie inférieure de la face et à la ligne oblique externe du maxillaire inférieur. Il attire de haut en bas toutes les parties de la face sur lesquelles il s'insère. — Les **muscles de la houppe du menton** s'insèrent en haut sur les côtés de la symphyse de la mâchoire inférieure, et en bas à la face postérieure de la peau du menton; ils élèvent les téguments du menton et par suite la lèvre inférieure.

II. MUSCLES MOTEURS DU CUIR CHEVELU ET DES OREILLES.

Les muscles moteurs du cuir chevelu sont: l'*occipital* et le *frontal* déjà décrits. L'occipital tire la peau du crâne en bas et en arrière; le frontal la tire en avant.

Les muscles moteurs de l'oreille, destinés chez les animaux à élargir l'ouverture du conduit auditif externe, n'existent qu'à l'état de vestiges chez l'homme, et ne possèdent chez la plupart des individus aucune action sensible. Ces muscles sont: les trois **auriculaires**, qui vont de l'aponévrose épicrânienne au pavillon de l'oreille.

III. MUSCLES MOTEURS DE LA MACHOIRE ET DE L'OS HYOIDE.

La mâchoire inférieure est la seule mobile. Les os de la mâchoire supérieure sont articulés entre eux et avec le crâne d'une façon immobile. Les muscles qui font mouvoir la mâchoire inférieure se divisent en *élévateurs*, *abaisseurs* et *diducteurs*. Les élévateurs la relèvent quand elle est abaissée; les abaisseurs l'abaissent quand elle est élevée; les diducteurs lui impriment des mouvements de latéralité qui lui permettent de broyer les aliments.

Les muscles élévateurs de la mâchoire inférieure sont: le **masseter**, qui va du bord inférieur de l'arcade zygomatique à la partie inférieure de la face externe de la branche du maxillaire inférieur; le **temporal**, qui va de la fosse temporale au sommet de l'apophyse coronoïde du maxillaire inférieur; le **ptérygoïdien interne**, qui va de la fosse ptérygoïde à la face interne de l'angle de la mâchoire.

Les muscles diducteurs de la mâchoire sont : les **ptérygoïdiens externes**, qui s'étendent de la face externe de l'apophyse ptérygoïde à la face interne du col du condyle de la mâchoire.

Les muscles abaisseurs de la mâchoire sont : le **digastrique**, qui va de l'apophyse mastoïde à la face postérieure du menton; il est séparé en deux portions par un tendon qui va s'insérer à l'os hyoïde; le **mylo-hyoïdien** et le **géni-hyoïdien**, qui vont du menton à l'os hyoïde. Ces muscles n'ayant qu'un effort minime à exercer pour amener la mâchoire au point d'où elle doit s'élever, sont peu puissants.

Les muscles moteurs de l'os hyoïde se divisent en *élévateurs* et en *abaisseurs*. Les élévateurs sont : le **stylo-hyoïdien**, le **mylo-hyoïdien**, le **géni-hyoïdien**. Les abaisseurs sont : le **sterno-hyoïdien**, le **thyro-hyoïdien**, le **sterno-thyroïdien**, le **scapulo-hyoïdien**. Les deux mots dont chacun de ces muscles se compose indiquent le nom des parties auxquelles ils s'insèrent.

IV. MUSCLES MOTEURS DE LA TÊTE.

Ils se divisent en *extenseurs*, *fléchisseurs* et *fléchisseurs latéraux*, qui sont à la fois rotateurs quand ils agissent d'un seul côté.

Les muscles extenseurs de la tête sont : le **splénius**, qui s'étend de l'occipital aux apophyses épineuses des premieres vertèbres dorsales. — Le **transversaire du cou**, qui s'étend des apophyses transverses des premières vertèbres dorsales aux apophyses transverses des dernières vertèbres cervicales. — Le **petit complexus**, qui va des apophyses transverses des dernières vertèbres du cou à l'apophyse mastoïde du temporal. — Le **grand complexus**, qui va des apophyses transverses des premières vertèbres dorsales et des dernières vertèbres cervicales à l'occipital. — Le **grand oblique de la tête**, qui va de l'apophyse épineuse de l'axis à l'apophyse transverse de l'atlas. — Le **petit oblique de la tête**, qui va de l'apophyse transverse de l'atlas à l'occipital. — Les **interépineux du cou**, très-petits muscles disposés par paires, au nombre de six, entre les apophyses épineuses des vertèbres cervicales.

Les fléchisseurs de la tête sont : le **grand droit antérieur**, obliquement étendu des apophyses transverses des dernières vertèbres cervicales à l'apophyse basilaire de l'occipital. — Le **petit droit antérieur**, étendu de la même partie de l'occipital à l'apophyse transverse de l'atlas. — Le **long du cou**, constitué par des faisceaux antérieurs et latéraux, qui vont des apophyses transverses des dernières vertèbres cervicales et des premières vertèbres dorsales au tubercule antérieur de l'atlas, aux apophyses transverses des dernières vertèbres cervicales et aux corps des premières vertèbres cervicales. — Le **sterno-cléido-mastoïdien**, étendu du sternum et de l'extrémité interne de la clavicule à l'apophyse mastoïde et à la ligne courbe supérieure de l'occipital.

Les muscles fléchisseurs latéraux de la tête sont : le **scalène antérieur** et le **scalène postérieur**, situés sur les parties latérales du cou. Ils vont du bord interne de la première et de la deuxième côte aux apophyses transverses des dernières vertèbres cervicales. — Les **intertransversaires du cou**, au nombre de onze paires, situés entre les apophyses transverses des vertèbres cervicales.

V. MUSCLES MOTEURS DE LA COLONNE VERTÉBRALE.

Ils se divisent en *extenseurs*, *fléchisseurs* et *fléchisseurs latéraux*.

Les extenseurs de la colonne vertébrale sont : le *sacro-lombaire*, le *long dorsal* et le *transversaire épineux*. Ces trois muscles, qui constituent la couche profonde du dos, sont connus sous le nom générique de *muscles spinaux*, se confondent inférieurement en une seule masse, qui s'insère par une forte aponévrose sur la face postérieure du sacrum, de la crête iliaque, et à la tubérosité iliaque. En haut ils se séparent et présentent des insertions distinctes.

Le **sacro-lombaire** va s'insérer par de petites languettes à la partie interne de l'angle des douze côtes et aux apophyses transverses des cinq vertèbres cervicales. — Le **long dorsal** se termine par trois ordres de faisceaux : des faisceaux de terminaisons externes s'attachant aux côtes; des faisceaux de terminaisons internes et profondes s'attachant aux apophyses transverses des vertèbres dorsales; des faisceaux de terminaisons internes et superficielles qui vont se fixer aux apophyses épineuses des vertèbres du dos. — Le **transversaire épineux** est constitué par un grand nombre de faisceaux aplatis, obliquement étendus des apophyses transverses aux apophyses épineuses des première, seconde, troisième et quatrième vertèbres, qui les surmontent. Il remplit toutes les gouttières vertébrales.

Les fléchisseurs de la colonne vertébrale sont : le **grand droit de l'abdomen**, qui va du corps du pubis jusqu'à la partie inférieure et antérieure du thorax. Le **grand oblique** et le **petit oblique**, décrits plus loin.

Les fléchisseurs latéraux de la colonne vertébrale sont : le **carré des lombes**, qui s'étend de la crête iliaque à l'apophyse transverse, au bord inférieur de la dernière côte. — Les **intertransversaires des lombes**, qui remplissent l'intervalle compris entre les apophyses transverses des vertèbres lombaires.

VI. MUSCLES MOTEURS DES COTES.

On les divise en *élévateurs* et *abaisseurs*.

Les élévateurs des côtes sont : le **petit dentelé supérieur**, situé à la partie supérieure du dos; il va des apophyses épineuses des dernières vertèbres cervicales et des premières dorsales à la face externe des premières côtes. — Les **sureostaux**, qui vont de l'apophyse transverse des vertèbres à la côte qui est au-dessous. — Le **diaphragme**, qui s'insère sur toute la circonférence de la base du thorax et s'étend transversalement des six dernières côtes du côté droit aux six dernières côtes du côté gauche, et d'avant en arrière de l'appendice xiphoïde au corps des trois premières vertèbres lombaires. Quand il se contracte, son centre s'abaisse, et, comme ce muscle forme le plancher inférieur de la poitrine, le diamètre vertical de cette dernière est agrandi; mais, en même temps, il prend un point d'appui sur les viscères abdominaux et, par sa partie périphérique, qui agit dans une direction presque verticale, élève les côtes et par suite les porte en dehors*. — Les **scalènes**, le **grand dentelé**, les **pectoraux**, muscles que nous décrirons plus loin, peuvent aussi, dans les fortes inspirations, aider à l'élévation des côtes.

Les abaisseurs des côtes sont : le **petit dentelé inférieur**, qui va des apophyses épineuses des dernières vertèbres dorsales et des premières lombaires au bord inférieur des quatre dernières côtes. — Le **triangulaire du sternum** ou **petit dentelé antérieur**, qui va des parties latérales du bord du sternum à la face interne des premiers cartilages costaux. — Les **intercostaux internes** et **externes**, qui remplissent la partie laissée entre les côtes en se croisant en sautoir, et sur l'action desquels nous avons vu qu'on n'était pas encore fixé. — Les **sous-costaux**, dépendances des intercostaux internes, et les **sureostaux**, qui vont de l'apophyse transverse des vertèbres

* Quand on fait contracter le diaphragme chez des animaux dont on a enlevé ou abaissé les viscères, les côtes auxquelles il s'insère sont attirées en dedans au lieu de l'être en dehors. C'est la forme convexe du point d'appui offert par les viscères qui permet à ses fibres de pouvoir agir presque verticalement sur les côtes.

à la côte située au-dessus. — Enfin, le *grand droit*, le *grand oblique*, le *petit oblique*, le *transverse*, muscles qui forment les parois antérieures de l'abdomen, servent aussi à l'abaissement des côtes. — Le **grand oblique** va du bord inférieur des sept ou huit dernières côtes à la ligne blanche, l'épine du pubis, l'arcade fémorale et la crête iliaque. — Le **petit oblique** va des cartilages des dernières côtes à la ligne blanche, au pubis, à l'arcade fémorale et aux apophyses épineuses des dernières vertèbres lombaires. — Le **transverse de l'abdomen**, muscle fort large, constituant une ceinture qui embrasse la cavité abdominale et la rétrécit transversalement en portant les côtes en dedans, va de la face interne des dernières côtes à la ligne blanche, à la crête iliaque, à l'arcade crurale et aux apophyses épineuses et transverses des dernières vertèbres lombaires.

Ces trois derniers muscles ont la triple fonction d'abaisser les côtes et la colonne vertébrale et de comprimer les viscères abdominaux.

VII. MUSCLES MOTEURS DE L'ÉPAULE.

On les divise en *élévateurs* et en *abaisseurs*, qui sont chacun en même temps *rotateurs*.

Les élévateurs de l'épaule sont : le **trapèze**, qui va de la ligne courbe de l'occipital et des apophyses épineuses de la dernière vertèbre cervicale et de la première dorsale au tiers externe du bord inférieur de la clavicule, au bord supérieur de l'acromion et de l'épine de l'omoplate. — Le **rhomboïde**, qui va de l'apophyse épineuse de la dernière vertèbre cervicale et des cinq premières dorsales au bord interne de l'omoplate dans presque toute son étendue. — L'**angulaire de l'omoplate**, qui va des apophyses transverses des premières vertèbres cervicales à l'angle supérieur de l'omoplate et au bord spinal de cet os.

Les abaisseurs de l'épaule sont les muscles suivants : le **petit pectoral**, qui va du bord supérieur des troisième, quatrième et cinquième côtes au bord antérieur de l'apophyse coracoïde. — Le **sous-clavier**, qui va du bord supérieur du premier cartilage costal à toute l'étendue de la gouttière sous-clavière. — Le **grand dentelé**, qui va des dix premières côtes à toute l'étendue de la lèvre antérieure du bord spinal de l'omoplate.

VIII. MUSCLES MOTEURS DU BRAS SUR L'ÉPAULE.

On les divise en *abducteurs*, *adducteurs* et *rotateurs*. Il n'y a pas de muscles propres pour le mouvement en avant ou de flexion, ni pour le mouvement en arrière ou d'extension. Ils sont opérés par les muscles adducteurs et abducteurs.

Les abducteurs du bras, c'est-à-dire les muscles qui éloignent ce dernier de l'axe du corps, sont les muscles suivants : le **deltoïde**, qui embrasse toute l'articulation scapulo-humérale; il va du tiers externe du bord antérieur de la clavicule, du bord externe de l'acromion et du bord postérieur de l'épine de l'omoplate à l'empreinte deltoïdienne de l'humérus. — Le **coraco-brachial**, qui va du sommet de l'apophyse coracoïde à la partie moyenne de la face interne de l'humérus. — Le **sus-épineux**, qui va de la fosse sus-épineuse à la grosse tubérosité de l'humérus.

Les adducteurs du bras, c'est-à-dire les muscles qui rapprochent le bras de l'axe du corps sont : le **grand pectoral**, qui va des deux tiers internes du bord antérieur de

la clavicule, de toute l'étendue de la face antérieure du sternum et des six premiers cartilages costaux à la gouttière bicipitale de l'humérus. — Le **grand dorsal**, qui va des apophyses épineuses des six dernières vertèbres dorsales, des vertèbres lombaires, du coccyx, de la crête sacrée, de la partie postérieure de la lèvre externe de la crête iliaque et des trois ou quatre dernières côtes à la coulisse bicipitale de l'humérus; sa portion horizontale rapproche les omoplates de la ligne médiane et efface les épaules. — Le **grand rond**, qui va de la partie inférieure de la fosse sous-épineuse à la lèvre postérieure de la coulisse bicipitale de l'humérus.

Les rotateurs du bras sont : le *sous-épineux* et le *petit rond* pour la rotation en dehors, et le *sous-scapulaire* pour la rotation en dedans. — Le **sous-épineux** va de toute l'étendue de la fosse sous-épineuse à la grosse tubérosité de l'humérus. — Le **petit rond** va du bord axillaire de l'omoplate à la grosse tubérosité de l'humérus. — Le **sous-scapulaire** va de toute l'étendue de la fosse sous-scapulaire à la petite tubérosité de l'humérus.

IX. MUSCLES MOTEURS DE L'AVANT-BRAS SUR LE BRAS.

On les divise en *fléchisseurs* et *extenseurs*.

Les fléchisseurs de l'avant-bras sont : le **biceps** qui va du sommet de l'apophyse coracoïde et de la cavité glénoïde de l'omoplate à la tubérosité bicipitale du radius. M. Duchenne de Boulogne le considère comme étant en même temps supinateur. — Le **brachial antérieur**, qui va des deux faces et du bord antérieur de l'humérus à l'apophyse coronoïde du cubitus.

Les extenseurs de l'avant-bras sont : le **triceps brachial**, qui va de la cavité glénoïde de l'omoplate et de la face postérieure de l'humérus au cubitus sur l'apophyse olécrâne. L'**anconé**, qui va de l'épicondyle de l'humérus à la partie supérieure de la face postérieure du cubitus.

X. MUSCLES MOTEURS DU RADIUS SUR LE CUBITUS.

On les divise en *pronateurs* ou *rotateurs* de dehors en dedans, *supinateurs* ou *rotateurs* de dedans en dehors. Les premiers occupent la région antérieure de l'avant-bras ; les seconds, la région postérieure.

Les pronateurs du radius sont : le **rond pronateur** et le **carré pronateur**, qui vont, l'un de l'épitrochlée, l'autre du quart inférieur du cubitus au radius.

Les supinateurs du radius sont : le **long supinateur***, qui va du tiers inférieur du bord extérieur de l'humérus à la base de l'apophyse styloïde du radius. — Le **court supinateur**, qui va de l'épicondyle au tiers supérieur de la face externe du radius.

XI. MUSCLES MOTEURS DE LA MAIN SUR L'AVANT-BRAS.

On les divise en *fléchisseurs* et en *extenseurs*. Ils produisent en même temps l'abduction et la rotation.

* M. Duchenne de Boulogne lui refuse cette action et le considère, contrairement à l'opinion classique, comme un fléchisseur de l'avant-bras sur le bras, produisant en même temps la pronation.

Les fléchisseurs de la main sur l'avant-bras sont : le **radial antérieur** ou **grand palmaire**, qui s'étend obliquement sur la face antérieure de l'avant-bras, de l'épitrochlée au second métacarpien. — Le **petit palmaire**, qui va de l'épitrochlée à l'aponévrose palmaire. — Le **cubital antérieur**, situé à la partie la plus interne de la région antérieure de l'avant-bras; il va de l'épitrochlée et de l'olécrâne à l'os pisiforme.

Les extenseurs de la main sont : le **premier** et le **deuxième radial externe** et le **cubital postérieur.** Ils vont de l'épicondyle, le premier au deuxième, le second au troisième, le dernier au cinquième métacarpien. Le cubital postérieur étend la main en la mettant dans l'adduction.

XII. MUSCLES MOTEURS DES DOIGTS.

Ils se divisent en *extenseurs, fléchisseurs, abducteurs et adducteurs.*

Les extenseurs des doigts sont : l'**extenseur commun des doigts** et l'**extenseur du petit doigt**, qui vont de l'épicondyle aux phalanges. Ils étendent les premières phalanges et les écartent du médius, qui reste fixe. — Le **long abducteur du pouce**, qui va de la face postérieure du cubitus au premier métacarpien. — Les **long** et **court extenseurs du pouce** et l'**extenseur propre de l'index**, qui vont de la face postérieure du cubitus aux phalanges du pouce et de l'index.

Les fléchisseurs des doigts sont : le **fléchisseur commun superficiel des doigts**, qui va de l'épitrochlée et du bord antérieur du radius à la deuxième phalange des quatre derniers doigts. — Le **fléchisseur commun profond des doigts**, qui va de toute la surface du cubitus, la face postérieure exceptée, à l'extrémité supérieure de la dernière phalange des quatre derniers doigts. — Le **fléchisseur propre du pouce**, qui va de la face antérieure du radius à la dernière phalange du pouce. — Les **lombricaux**, petits muscles qui vont des tendons du fléchisseur profond au côté externe de l'articulation métacarpo-phalangienne des quatre derniers doigts. Ils sont extenseurs des deux dernières phalanges et fléchisseurs de la première.

Les abducteurs et adducteurs des doigts sont : les **interosseux dorsaux** et **palmaires**. Ces muscles, qui remplissent les espaces elliptiques qui séparent les métacarpiens, vont des faces latérales des métacarpiens à la partie latérale et supérieure des premières phalanges. En se contractant, ils inclinent latéralement les phalanges et, par suite, portent les doigts correspondants en dedans ou en dehors. Ils peuvent aussi, comme les lombricaux, fléchir la première phalange et étendre les deux dernières. Ils prennent leur point fixe sur les métacarpiens; leur point mobile, sur la phalange. Leur nombre s'élève à 7, 4 dorsaux et 3 palmaires. Les interosseux dorsaux s'insèrent aux deux métacarpiens entre lesquels ils se trouvent; les interosseux palmaires à un seul. Les interosseux dorsaux sont abducteurs par rapport à l'axe de la main, c'est-à-dire qu'ils éloignent le doigt correspondant à cet axe. Les interosseux palmaires sont adducteurs.

Outre les muscles qui précèdent et qui, sauf les lombricaux et les interosseux, appartiennent tous à la région de l'avant-bras, il existe pour le pouce et le petit doigt plusieurs muscles qui ont leur siége dans la main et sont destinés à accroître l'énergie de leurs mouvements de flexion et d'opposition. Ils appartiennent tous à la région palmaire et forment, sous le pouce et sous le petit doigt, des saillies volumineuses, nommées *éminences thénar* et *hypothénar.* Les muscles du pouce sont le

court abducteur du pouce, l'**opposant du pouce**, le **court fléchisseur du pouce** et l'**adducteur du pouce**. Ils vont chacun de l'un des os du carpe aux phalanges du pouce et du petit doigt. Les trois premiers servent à opposer le pouce aux quatre derniers doigts; le quatrième rapproche le pouce de l'index et, dans certains mouvements, unit son action à celle des deux précédents.

Les muscles du petit doigt sont la répétition de ceux du pouce; ils s'insèrent de l'un des os du carpe aux phalanges du petit doigt. Ce sont l'**abducteur du petit doigt**, qui éloigne le petit doigt de l'axe de la main; le **court fléchisseur du petit doigt** qui le fléchit; l'**opposant du petit doigt**, qui l'oppose au pouce.

XIII. MUSCLES MOTEURS DU BASSIN.

Le bassin n'a pas de muscles propres. Quand il échange accidentellement son rôle de point fixe pour celui de point mobile, il se meut sur la colonne vertébrale et sur le fémur.

XIV. MUSCLES MOTEURS DE LA CUISSE SUR LE BASSIN.

On les divise en *extenseurs*, qui sont en même temps *abducteurs*, en *fléchisseurs*, en *adducteurs* et en *rotateurs*.

Les extenseurs et abducteurs de la cuisse sont : le **grand fessier**, le **moyen fessier** et le **petit fessier**. Placés l'un au-dessous de l'autre, ils vont de la fosse iliaque au grand trochanter. Le grand fessier s'attache aussi à la partie externe du sacrum et aux bords du coccyx. C'est lui qui détermine la saillie de la fesse et le sillon oblique qui la limite inférieurement. M. Duchenne de Boulogne le croit rotateur en dehors et pense que dans la marche il joue un rôle beaucoup moins important que celui qu'on lui attribue.

Les fléchisseurs de la cuisse sont représentés par un seul muscle, le psoas iliaque, composé de deux parties, le *psoas* et l'*iliaque*. — Le **psoas** va du petit trochanter aux apophyses transverses et aux corps des premières vertèbres lombaires. — L'**iliaque** va du petit trochanter à toute l'étendue de la fosse iliaque interne.

Les adducteurs de la cuisse sont : le *pectiné* et les trois *adducteurs* (**premier** ou **moyen adducteur**, **deuxième** ou **petit adducteur**, **troisième** ou **grand adducteur**). A l'exception du grand adducteur, qui s'insère à l'ischion, ils vont du bord interne du fémur au pubis et sont, sauf le deuxième adducteur, qui est derrière le premier, échelonnés de haut en bas sur la cuisse.

Les muscles rotateurs de la cuisse en dedans sont : la partie antérieure des muscles dont nous avons déjà parlé, *moyen* et *petit fessiers*, et le **muscle tenseur du fascialata**, qui va de l'épine iliaque supérieure et antérieure à une bandelette épaisse qui s'insère sur la tubérosité externe du tibia.

Les muscles rotateurs de la cuisse en dehors sont : le **pyramidal**, les **deux jumeaux pelviens**, l'**obturateur interne**, le **carré fémoral** et l'**obturateur externe**. Ils s'insèrent tous par leur extrémité mobile au grand trochanter et par leur extrémité fixe à l'intérieur du bassin.

XV. MUSCLES MOTEURS DE LA JAMBE SUR LA CUISSE.

On les divise en *extenseurs* et *fléchisseurs*. En même temps qu'ils meuvent la jambe sur la cuisse, ils meuvent la cuisse sur le bassin.

Les fléchisseurs de la jambe sont : le **biceps fémoral**, qui va de la partie postérieure de la tubérosité de l'ischion et de la partie inférieure de l'interstice de la ligne âpre du fémur à la tête du péroné. — Le **demi-tendineux**, qui va de l'ischion à la tubérosité antérieure du tibia, après avoir passé derrière la tubérosité interne de cet os. — Le **demi-membraneux**, qui va de l'ischion à la tubérosité interne du tibia. Ces trois muscles, partis de l'ischion, se partagent bientôt en deux faisceaux; l'un, interne, composé du demi-tendineux et du demi-membraneux; l'autre externe, composé du biceps. Ils s'écartent à mesure qu'ils descendent, et l'espace compris entre eux forme le creux du jarret ou creux poplité. Pendant la marche, le bassin est redressé sur la cuisse par ces trois muscles, en même temps que la cuisse est étendue sur la jambe par le triceps. — Les autres muscles fléchisseurs sont : le **poplité**, qui va du condyle externe du fémur à la face postérieure du tibia. — Le **couturier**, qui va de l'épine iliaque antérieure et supérieure à la partie supérieure de la face interne du tibia par un tendon qui s'épanouit sous la peau et recouvre les tendons du droit interne et du demi-tendineux, avec lesquels il constitue la patte d'oie. — Le **droit interne**, qui est le plus interne des muscles de la région externe; il va du corps du pubis à la face interne du tibia.

Les extenseurs de la jambe sur la cuisse sont représentés par un seul muscle, le *triceps fémoral*, qu'on divise habituellement en trois parties : *droit antérieur*, *vaste interne*, *vaste externe*. — Le **droit antérieur** naît de l'épine iliaque antérieure et inférieure. — Le **vaste externe**, du grand trochanter et du bord postérieur du fémur. — Le **vaste interne**, du bord postérieur du fémur. Tous trois vont s'attacher à la rotule.

XVI. MUSCLES MOTEURS DU PIED SUR LA JAMBE.

Divisés en *fléchisseurs* et *extenseurs*. Ils n'exécutent ces mouvements qu'en portant le pied dans l'adduction ou l'abduction et en le renversant en dedans ou en dehors. Les mouvements directs d'extension ou de flexion ne peuvent être obtenus que par des combinaisons des contractions de plusieurs muscles.

Les extenseurs de la jambe sont : les **deux jumeaux**, le **soléaire**, le **plantaire grêle**. A l'exception du soléaire, qui s'insère en haut, à la tête du péroné, ils vont des condyles du fémur au calcanéum. Les deux jumeaux forment, avec le soléaire, la saillie du mollet et contribuent à former les deux côtés inférieurs du creux poplité. Le tendon par lequel ils s'insèrent au calcanéum a reçu le nom de *tendon d'Achille*. — Le **jambier postérieur** ou **tibial postérieur**, qui va de la ligne oblique et de la face postérieure du tibia, ainsi que de la face interne du péroné, au tubercule du scaphoïde; il est surtout adducteur. — Le **long** et le **court péronier latéral**, qui vont de la partie supérieure de la face externe du péroné, l'un au premier, l'autre au cinquième métatarsien, en passant tous les deux derrière la malléole externe; ils sont en même temps abducteurs.

Les fléchisseurs de la jambe sont : le **jambier antérieur**, qui est en même temps

adducteur; il va de la tubérosité externe du tibia et du ligament interosseux à la face inférieure du premier cunéiforme et l'**extenseur commun des orteils**, décrit plus loin, qui est fléchisseur et abducteur.

XVII. MUSCLES MOTEURS DES ORTEILS.

Divisés en *extenseurs* et *fléchisseurs*.

Les extenseurs des orteils sont : l'**extenseur commun des orteils**, le **péronier antérieur**, dépendance du précédent, et l'**extenseur propre du gros orteil**. Ils vont du péroné aux orteils. — Le **pédieux** ou **petit extenseur des orteils**; il va de la face supérieure du calcanéum aux quatre premiers orteils par des tendons qui se confondent avec ceux des extenseurs.

Les fléchisseurs des orteils sont : le **long fléchisseur commun des orteils**, qui va de la face postérieure du tibia aux quatre derniers orteils; l'**accessoire du long fléchisseur**, qui va de la face postérieure du calcanéum au bord externe du tendon du long fléchisseur. — Le **court fléchisseur commun des orteils**, qui va de la tubérosité inférieure du calcanéum sur les côtés de la face inférieure des secondes phalanges. — Le **long fléchisseur propre du gros orteil**, qui va de la face postérieure du péroné à l'extrémité postérieure de la dernière phalange du gros orteil. — Les **lombricaux**, qui sont des dépendances du long fléchisseur et vont des angles de bifurcation des tendons des fléchisseurs profonds au côté interne des premières phalanges. Ils produisent la flexion des deux premières phalanges et l'extension des deux dernières. Comme aux doigts, le gros orteil et le petit orteil ont chacun des muscles spéciaux destinés à renforcer leurs mouvements, et qui forment également, sous ces deux parties, des saillies nommées *éminence thénar* et *hypothénar*. Les muscles du gros orteil sont : le **court abducteur du gros orteil**, le **court fléchisseur**, l'**abducteur oblique** et l'**abducteur transverse**; ceux du petit orteil sont : l'**abducteur** et le **court fléchisseur**. Ils vont de l'un des os du tarse ou du métatarse au gros ou au petit orteil.

Les adducteurs et abducteurs des orteils sont: les **interosseux**, qui offrent la même disposition qu'à la main; ils sont situés entre les métatarsiens et s'insèrent latéralement aux phalanges. Les interosseux qui aboutissent au côté interne des phalanges portent les orteils en dedans, tandis que ceux qui se terminent à leur côté externe les attirent en dehors. Il y a donc des interosseux adducteurs et des interosseux abducteurs. Ils peuvent produire aussi la flexion des premières phalanges et l'extension des dernières.

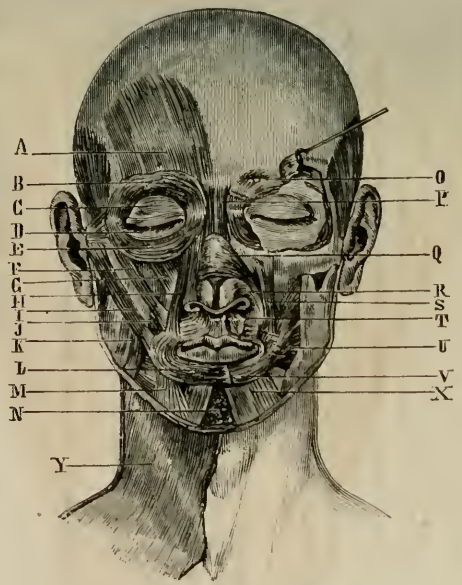


Fig. 167. — *Muscles de la face.**

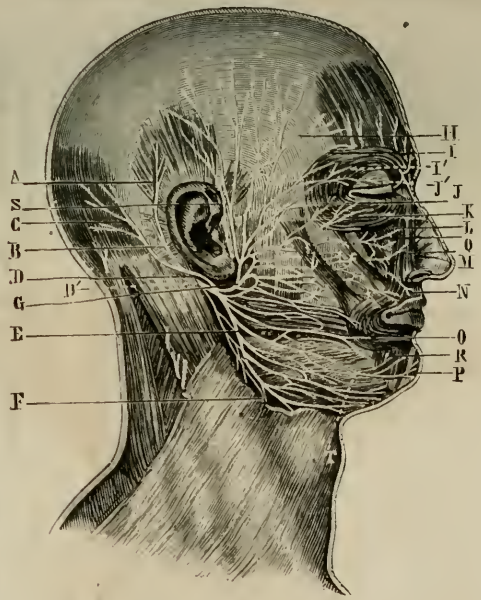


Fig. 168. — *Nerfs des muscles de la face.***

* A) Frontal (muscle de l'attention). — B) Orbiculaire palpébral supérieur (muscle de la réflexion) — C, D) Palpébraux supérieur et inférieur (muscles du mépris et complémentaires du pleurer). — E) Orbiculaire palpébral inférieur (muscle de la bienveillance et complémentaire de la joie franche). — F) Petit zygomatique (muscle du pleurer modéré et du chagrin). — G) Élévateur propre de la lèvre supérieure (muscle du pleurer). — H) Élévateur commun de la lèvre supérieure et de l'aile du nez (muscle du pleurnicher). — I) Grand zygomatique (muscle de la joie). — K) Masseter. — L) Orbiculaire des lèvres. — M) Triangulaire des lèvres (muscle de la tristesse et complémentaire des passions agressives. — N) Houppe du menton. — O) Sourcilier (muscle de la douleur). — P) Pyramidal du nez (muscle de l'agression). — Q) Transverse du nez (muscle de la lubricité). — R) Dilatateur de l'aile du nez (muscle complémentaire des expressions passionnées). — S) Élévateur. — T) Orbiculaire. — U) Buccinateur (muscle de l'ironie). — V) Fibres profondes de l'orbiculaire des lèvres, se continuant avec le buccinateur. — X) Carré du menton (muscle complémentaire de l'ironie et des passions agressives). — Y) Peaucier (muscle de la frayeur, de l'effroi et complémentaire de la colère).

** A, B) Filets moteurs des muscles auriculaires. — C) Filet moteur du muscle occipital. — D) Troncs des filets précédents. — D') Tronc du nerf facial à sa sortie de l'aqueduc de Fallope. — E) Branche cervico-faciale. — F) Filet moteur du peaucier. — G) Branche temporo-faciale. — H) Filet moteur du frontal. — I) Filet moteur du sourcilier. — I', J, J', K) Filets moteurs de l'orbiculaire. — L) Filet moteur de l'élévateur commun de la lèvre supérieure et de l'aile du nez. — M) Filet moteur du transverse du nez. — N, O) Filets moteurs de l'orbiculaire des lèvres. — P) Filet moteur de la houppe du menton. — Q) Filet moteur de l'élévateur propre de la lèvre supérieure. — R) Filet moteur du carré du menton. — S) Branche auriculo-temporale de la cinquième paire. — T) Rameau moteur des muscles orbiculaire inférieur des lèvres, carré du menton, houppe du menton et triangulaire des lèvres. — *b*) Filet moteur du grand zygomatique. — *c*) Filet moteur du petit zygomatique.

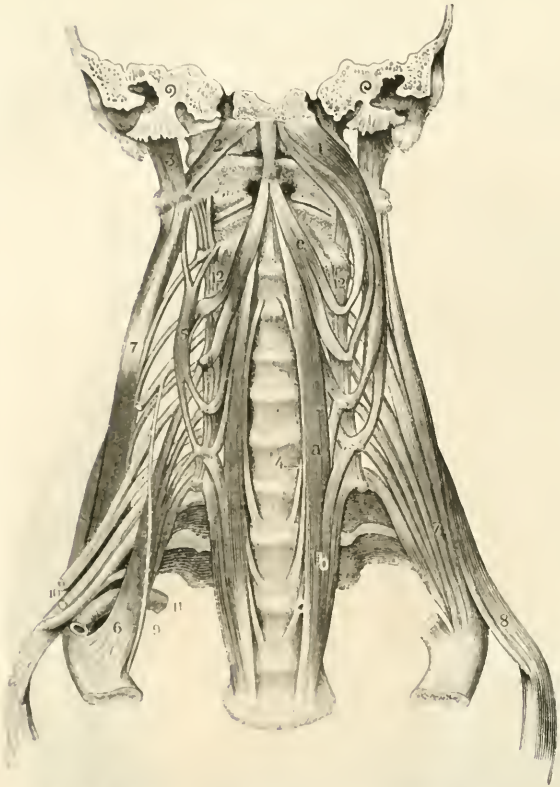


Fig. 169. — *Muscles profonds de la région antérieure du cou.**.

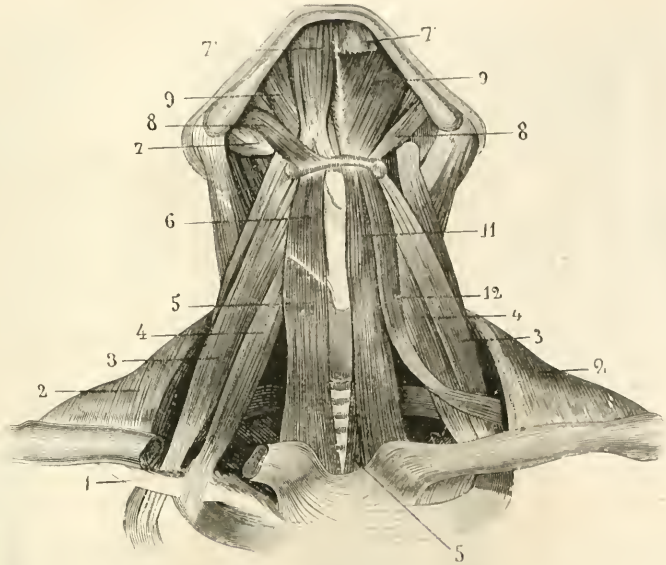


Fig. 170 — *Muscles superficiels de la région antérieure du cou.***

* 1) Grand droit antérieur. — 2) Petit droit antérieur. — 3) Droit latéral. — 4) Long du cou. — 5) Transversaire du cou. — 6) Scalène antérieur. — 7, 8) Scalène postérieur. — 9) Nerf phrénique. — 10) Plexus brachial. — 11) Artère sous-clavière, passant sur la première côte. — 12, 13) Intertransversaires du cou. — *a*, *b*, *c*) Faisceaux du muscle long du cou.

** 1) Sous-clavier. — 2, 2) Trapèze. — 3, 3) Scalène postérieur. — 4, 4) Scalène antérieur. — 5, 5) Sterno-thyroïdien. — 6) Thyro-hyoïdien. — 7) Ventre postérieur du digastrique. — 7', 7') Ventre antérieur du digastrique. — 8, 8) Stylo-hyoïdien. — 9, 9) Mylo-hyoïdien. — 11) Sterno-hyoïdien. — 12) Omoplato-hyoïdien.

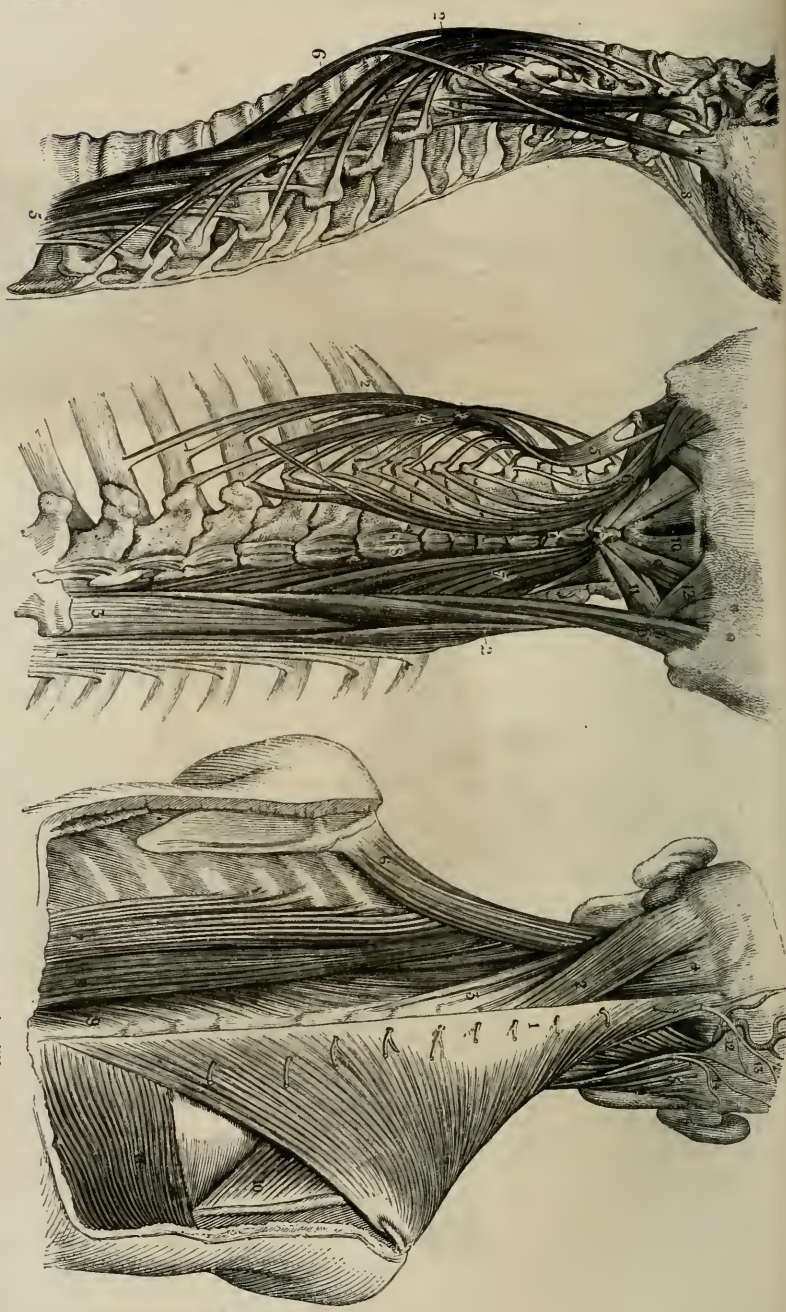


Fig. 171. — *Muscles profonds de la région latérale du cou écartés pour montrer leurs rapports.**

Fig. 172. *Muscles profonds de la région postérieure du cou et d'une partie du dos.***

Fig. 173. *Muscles de la région postérieure du cou.****

* 1, 2, 3) Muscle transversaire du cou. — 4) Petit complexus. — 5, 6) Long dorsal. — 7) Tendon unissant le long dorsal au petit complexus. — 8) Ligament cervical.

** 1) Sacro-lombaire. — 2, 2) Faisceau de renforcement de ce muscle; à gauche on l'a rejeté en dehors, pour laisser voir les tendons d'origine du transversaire. — 3) Long dorsal. — 4, 4, 5) Transversaire du cou. — 6, 6) Petit complexus. — 7) Transversaire épineux. — 8, 8) Interépineux. — 9) Grand droit postérieur. — 10) Petit droit postérieur. — 11) Grand oblique. — 12) Petit oblique.

*** 1) Trapèze. — 2) Splénius. — 3) Transversaire du cou. — 4) Grand complexus. — 5) Sterno-mastoïdien. — 6) Angulaire de l'omoplate. — 7) Sacro-lombaire. — 8) Long dorsal. — 9) Transversaire épineux. — 10) Rhomboïde. — 11) Grand dorsal. — 12) Artère occipitale. — 13, 14) Nerfs occipitaux.

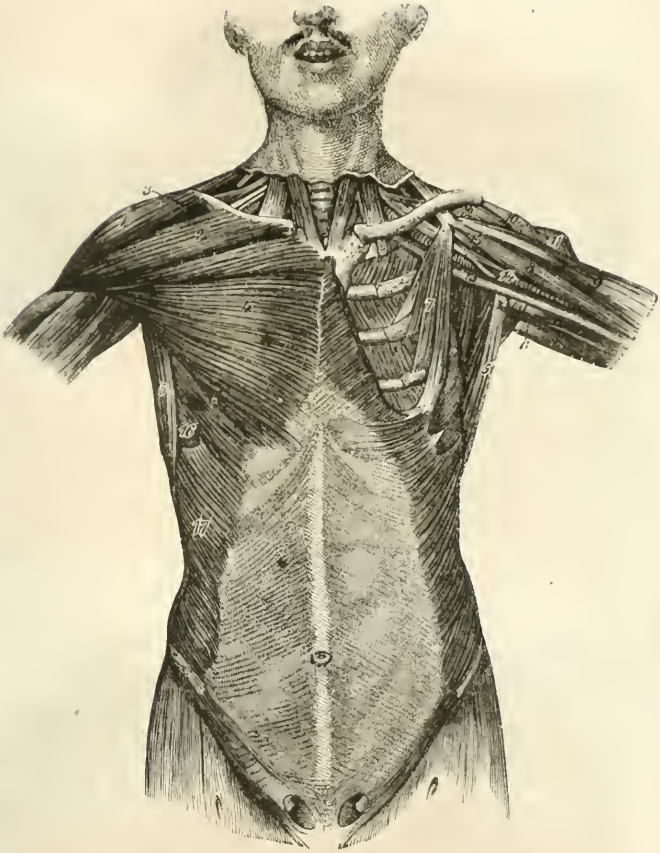


Fig. 174. — *Muscles de la partie antérieure du tronc.**

Le grand pectoral a été enlevé du côté gauche pour laisser voir les organes situés au-dessous.)

* 1) Deltoïde. — 2) Faisceau claviculaire du grand pectoral. — 3) Intervalle entre le deltoïde et le grand pectoral. — 4) Faisceau thoracique du grand pectoral. — 5) Bord antérieur du grand dorsal. — 6) Tendon unissant le long dorsal et le triceps. — 7) Petit pectoral. — 8) Coraco-brachial. — 9) Biceps brachial. — 10) Coupe du deltoïde. — 11) Coupe du grand pectoral. — 12) Capsule de l'articulation de l'épaule. — 13) Veine axillaire. — 14) Artère axillaire. — 15) Nerf médian. — 16) Grand dentelé. — 17) Grand oblique.

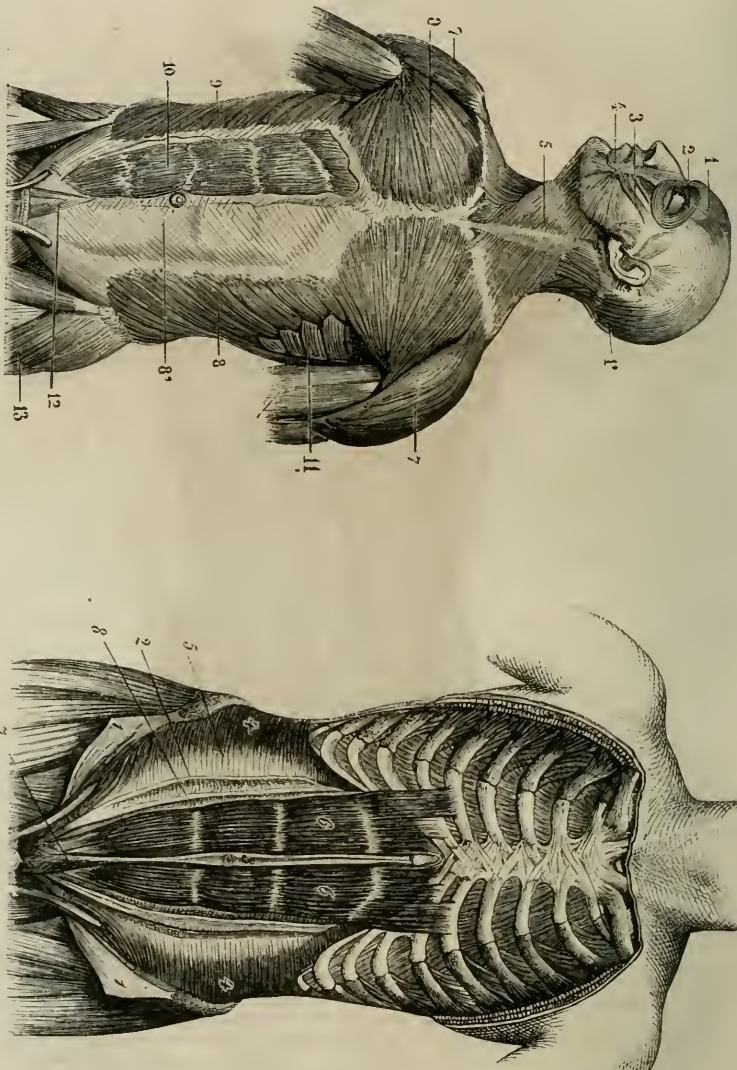


Fig. 175. — *Muscles de la partie antérieure du tronc.* *
(Couche superficielle.)

*1) Frontal. — 1') Occipital. — 2) Orbiculaire des paupières. — 3) Zygomatiques. — 4) Orbiculaires des lèvres. — 5) Peaucier. — 6) Grand pectoral. — 7, 7') Deltoïde. — 8) Grand oblique de l'abdomen. — 8') Aponévrose du grand oblique. — 9) Grand oblique, divisé à sa partie interne pour montrer le muscle droit de l'abdomen. — 10, 11) Grand dentelé. — 12) Pyramidal. — 13) Tenseur du fascia lata.

Fig. 176. — *Muscles de la région antérieure du tronc.* **
(Couche profonde.)

** 1, 1) Aponévrose renversée du muscle petit oblique. — 2) Portion de l'aponévrose du grand oblique. — 3) Ligne blanche. — 4, 5) Fibres du muscle transverse de l'abdomen. — 6, 6) Grand droit abdominal. — 7) Muscle pyramidal. — 8) Aponévrose du droit abdominal.

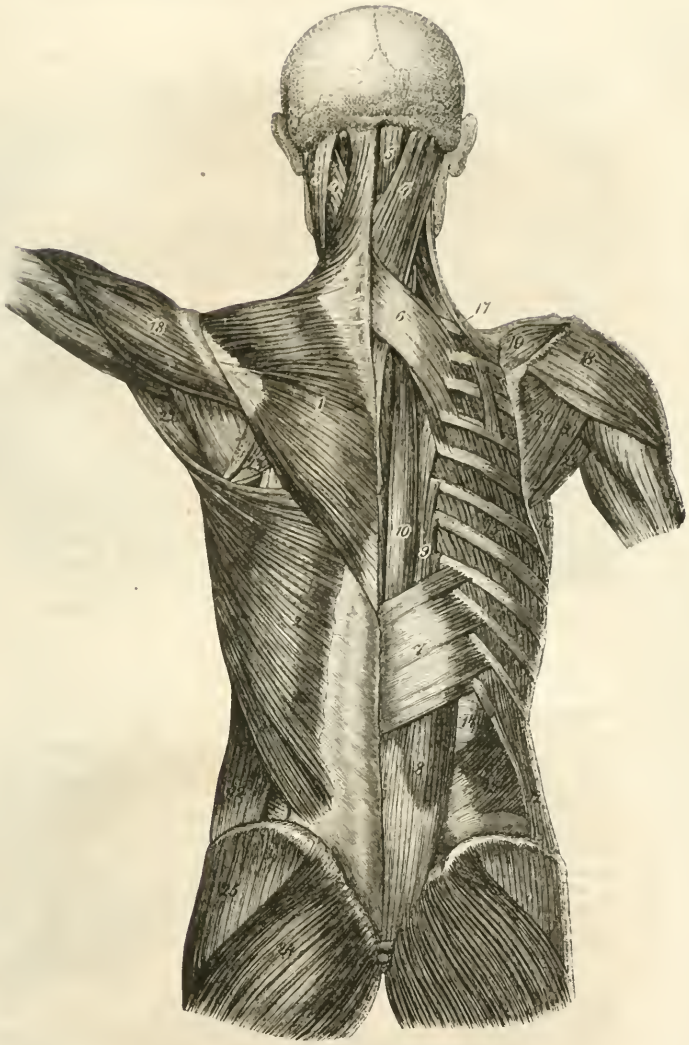


Fig. 177. — *Muscles de la nuque et du dos.*

(D'un côté on voit les muscles de la couche superficielle; de l'autre, ceux de la couche profonde.)

1) Trapèze. — 2) Grand dorsal. — 3) Sterno-cléido-mastoïdien. — 4) Splénius. — 5) Complexus. — 6) Petit dentelé supérieur. — 7) Petit dentelé inférieur. — 8, 9) Sacro-lombaire. — 10) Long dorsal. — 11) Transversaire épineux. — 12, 12) Grand oblique. — 13) Petit oblique. — 14) Transverse de l'abdomen. — 15) Intercostal externe. — 16) Grand dentelé. — 17) Angulaire de l'omoplate. — 18) Deltoïde. — 19) Sus-épineux. — 20) Sous-épineux. — 21) Petit rond. — 22) Grand rond. — 23) Rhomboïde. — 24) Grand fessier. — 25) Moyen fessier.

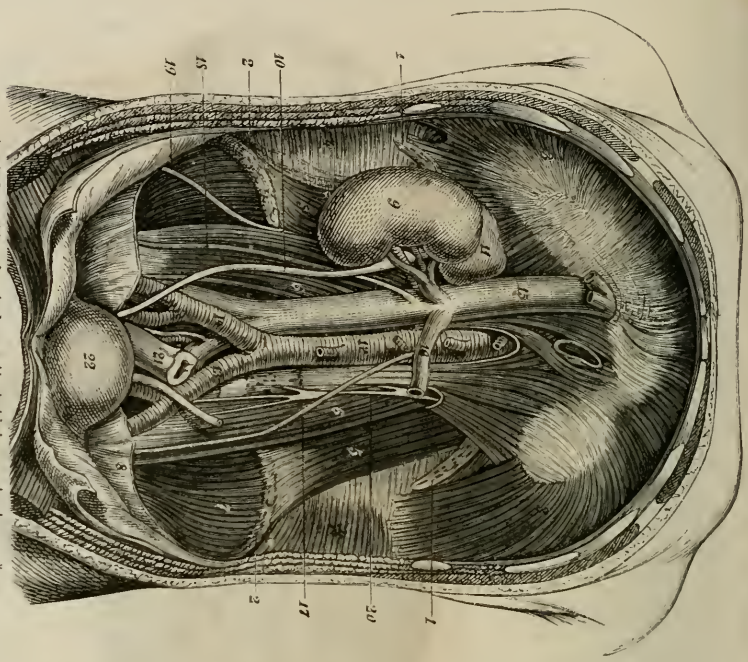


Fig. 178. — *Muscles de la partie inférieure du tronc.* *

* 1, 1) Douzième paire de côtes. — 2, 2) Crête de l'os iliaque. — 3) Diaphragme. — 4, 4) Muscle transverse de l'abdomen. — 5, 5) Carré des lombes. — 6, 6) Grand psoas. — 7) Iliaque. — 8) Péritoine. — 9) Rein droit. — 10) Uretère du côté droit. — 11) Capsule surrénale. — 12) Aorte abdominale. — 13, 14) Artères iliaques primitives. — 15) Veine cave inférieure. — 16) Veine rénale gauche (le rein qui est à son extrémité a été enlevé). — 17, 18) Veines spermatiques. — 19) Nerf fémoro-cutané. — 20) Ganglions du grand sympathique. — 21) Rectum. — 22) Vessie.
** 1) Coupe du sacrum. — 2) Muscle iliaque. — 3) Crochets écartant le contu-

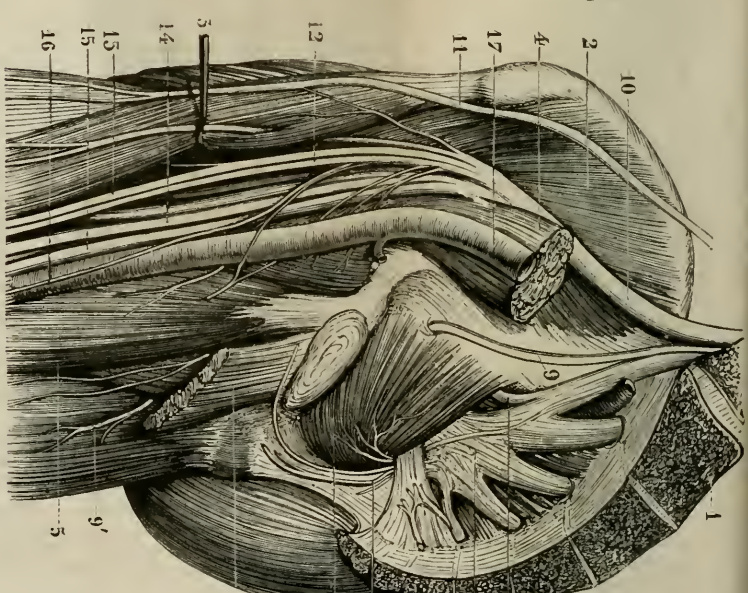


Fig. 179. — *Muscles de la partie interne du bassin.* **

rier. — 4) Partie inférieure du psoas. — 5) Premier adducteur. — 6) Droit interne de la cuisse. — 7) Obturateur interne. — 8) Plexus sacré. — 9) Nerf obturateur. — 10) Nerf crural. — 11) Nerf fémoro-cutané. — 12) Quatre branches dont l'ensemble constitue le grand nerf musculo-cutané. — 13) L'un de ces rameaux, nommé *perforant moyen*. — 14) Rameau du triceps. — 15) Nerf saphène interne. — 16) Accessoire du saphène interne. — 17) Artère iliaque externe et fémorale. — 18) Nerf honteux. — 19) Nerf fessier supérieur.

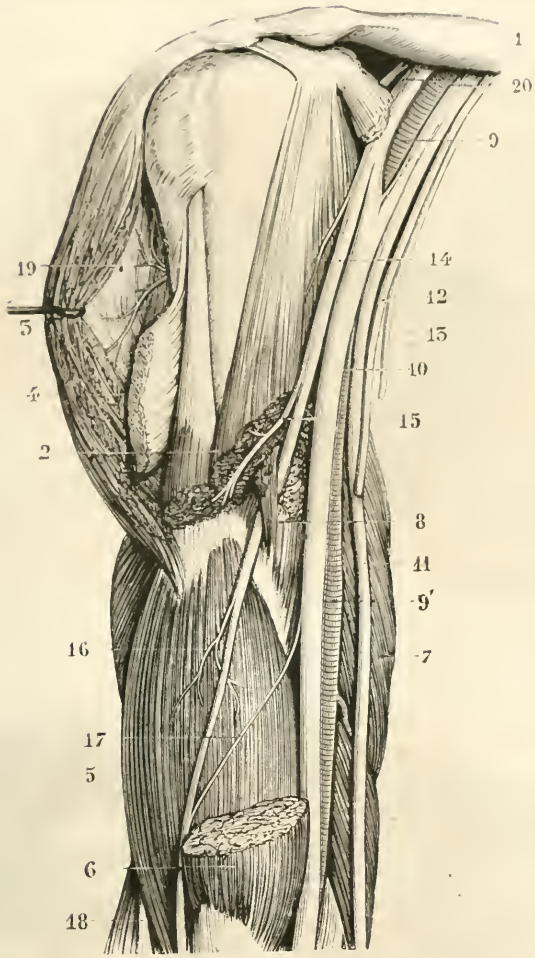


Fig. 180. — *Muscles de l'épaule et du bras.**
(Vus en avant.)

* 1) Clavicule. — 2) Courte portion du biceps, incisée pour laisser voir les organes placés au-dessous. La ligne 2 passe sur la longue portion de ce muscle, également incisée. On voit la continuation du biceps en 6. — 3) Deltoïde soulevé. — 4) Le tendon du grand pectoral s'insérant à la coulisse bicipitale. — 5) Brachial antérieur. — 6) Portion inférieure du biceps. — 7) Triceps. — 8) Portion inférieure du coraco-brachial, traversé par le nerf musculo-cutané. — 9) Artère axillaire. — 9') Artère humérale. — 10) Nerf médian. — 11) Nerf cubital. — 12) Nerf brachial cutané interne. — 13) Accessoire du nerf précédent. — 14) Nerf musculo-cutané. — 15) Rameau de ce nerf destiné au biceps. — 16) Rameau du brachial antérieur. — 17) Anastomose entre le nerf médian et le musculo-cutané. — 18) Nerf radial. — 19) Rameau du nerf circonflexe destiné au deltoïde. On voit son origine en 20.

Fig. 181. — *Muscles de la partie latérale du thorax.**

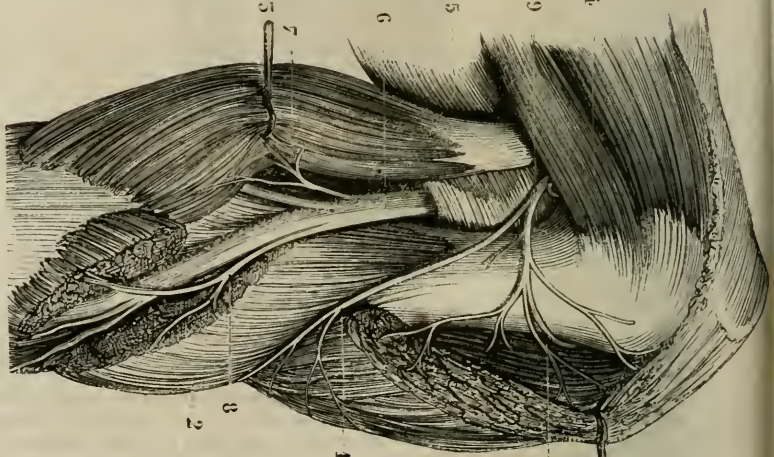


Fig. 182. — *Muscles de l'épaule et de la partie supérieure du bras.***
(Vus en arrière.)

* 1) Clavicule. — 2) Humérus. — 3) Sternum. — 4) Sous-scapulaire. — 5) Faisceau supérieur du grand dentelé. — 6) Faisceau moyen. — 7) Faisceau inférieur. — 8, 8) Extrémité antérieure de l'intercostal externe. — 9, 9) Extrémité antérieure de l'intercostal interne.

** 1) Deltoïde échancré, soulevé par un crochet. — 2) Portion externe du triceps, échancrée pour laisser voir le nerf radial. — 3) Portion interne du triceps, écartée avec un crochet. — 4) Sous-épineux et petit rond. — 5) Grand rond. — 6) Nerf radial. — 7, 8) Rameaux nerveux se rendant au triceps. — 9) Nerf circonflexe. — 10, 11) Rameaux de ce nerf.

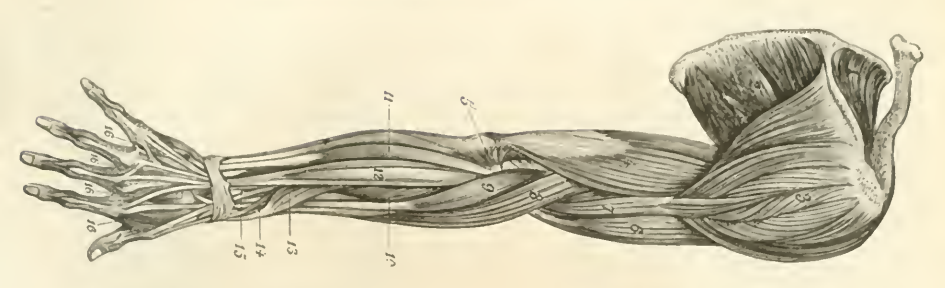


Fig. 183. — *Couche superficielle de la région postérieure des muscles de l'avant-bras.* *

Fig. 184. — *Fléchisseurs du doigt.* **

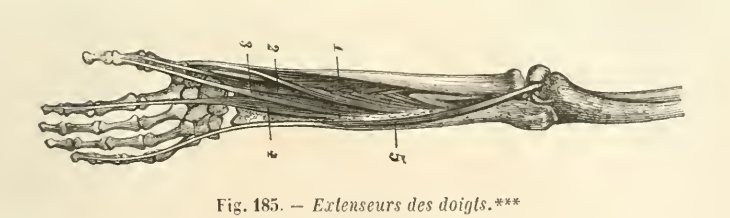


Fig. 185. — *Extenseurs des doigts.* ***

* 1) Sus-épineux. — 2) Sous-épineux. — 3) Deltoïde. — 4) Triceps brachial. — 5) Anconé. — 6) Biceps. — 7) Brachial antérieur. — 8) Long supinateur. — 9) Premier radial externe. — 10) Deuxième radial externe. — 11) Cubital postérieur. — 12) Extenseur commun des doigts. — 13) Long abducteur du pouce. — 14) Court extenseur du pouce. — 15) Long extenseur du pouce. — 16) Interosseux.

** 1) Fléchisseur commun profond des doigts. — 2) Fléchisseur propre du pouce.

*** 1) Long abducteur du pouce. — 2) Court extenseur du pouce. — 3) Long extenseur du pouce. — 4) Extenseur propre de l'index. — 5) Extenseur propre du petit doigt.

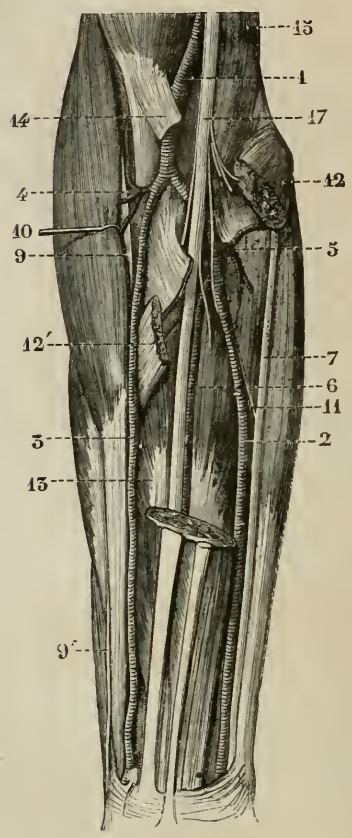


Fig. 186.

*Muscles de la face antérieure de l'avant-bras.**

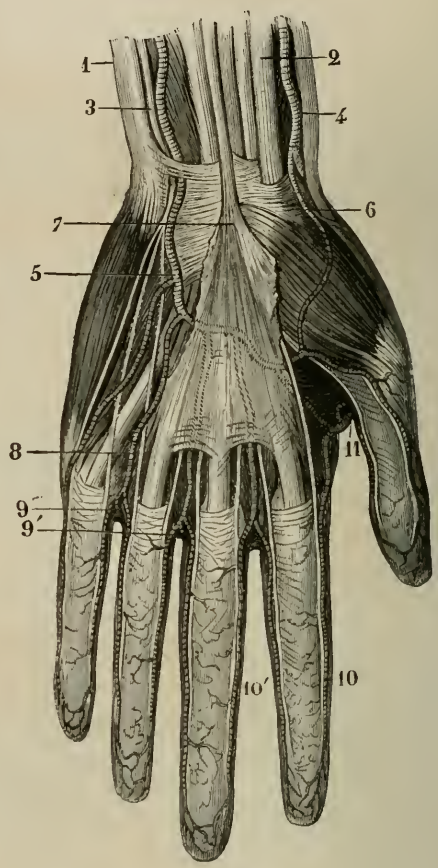


Fig. 187.

*Muscles superficiels de la main.***

* 1) Artère humérale. — 2) Artère cubitale. — 3) Artère radiale. — 4) Récurrente radiale antérieure. — 5) Tronc des récurrentes cubitales. — 6) Artères du nerf médian. — 7) Nerf cubital. — 9) Branche supérieure du nerf radial. — 10) Long supinateur, écarté pour laisser voir la branche superficielle du radial. — 11) Anastomose rare entre le cubital et le médian. — 12) Extrémités supérieures des muscles épitrochléens. — 12') Tendon inférieur du même muscle. — 13) Fléchisseur profond des doigts. — 14) Expansion aponévrotique du biceps. — 15) Brachial antérieur. — 17) Nerf médian.

** 1) Tendon du cubital antérieur. — 2) Grand palmaire. — 3) Artère cubitale et nerf cubital. — 4) Artère radiale. — 5) Arcade palmaire superficielle. — 6) Artère radio-palmaire. — 7) Aponévrose palmaire. — 8) Artères interosseuses palmaires superficielles. — 9, 9') Artères collatérales des doigts. — 10, 10') Nerfs collatéraux. — 11) Première artère interosseuse.

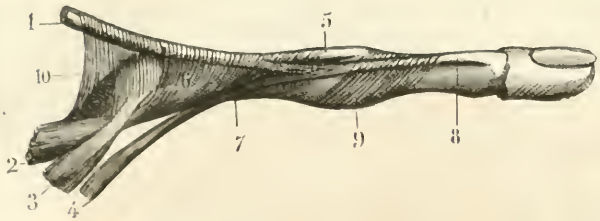


Fig. 188. — *Partie latérale d'un doigt.* *
(Le tendon extenseur est relevé pour tendre les expansions fibreuses qu'il reçoit.)

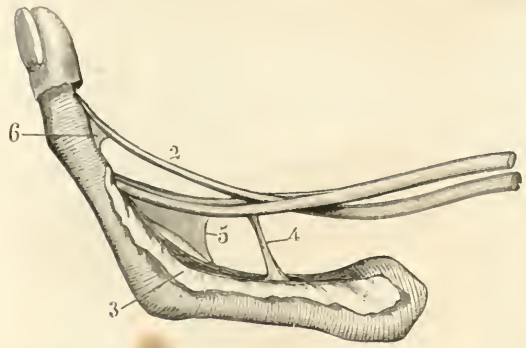


Fig. 189. — *Tendon des fléchisseurs des doigts dans leur gaine.* **

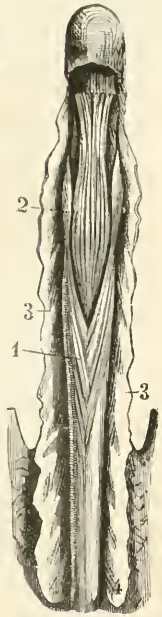


Fig. 190. — *Disposition des tendons fléchisseurs dans leur gaine.* ***

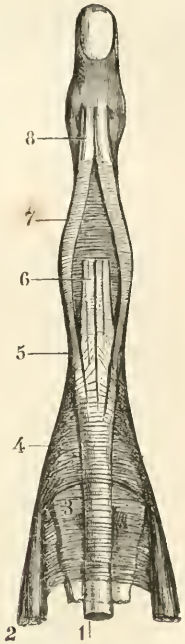


Fig. 191. — *Face dorsale d'un doigt avec son appareil tendineux complet.* ****

* 1) Extenseur commun. — 2) Interosseux, faisceau qui se porte en s'épanouissant sur le tendon extenseur. — 3) Interosseux, faisceau phalangien. — 4) Lombrical — 5) Faisceau moyen de l'extenseur pour la deuxième phalange. — 6) Bandelette triangulaire formée par l'épanouissement de l'interosseux sur la première phalange et sur le tendon extenseur. — 7) Tendon du lombrical, se confondant avec celui de l'interosseux. — 8) Insertion de ces trois tendons réunis sur la troisième phalange. — 9) Bandelette fibreuse très-mince, appliquant les tendons sur l'articulation et renforçant les parties latérales de l'articulation. — 10) Bandelette fibreuse étendue de l'interosseux à l'extenseur, maintenant le tendon appliqué sur l'articulation et protégeant la synoviale.

** 2) Tendon du fléchisseur profond. — 3) Bord renversé de la gaine fibreuse des tendons. — 4) Filament conjonctif étendu du tendon profond à la partie profonde de la gaine tendineuse. — 5) Filament de tissu conjonctif étendu de la paroi profonde de la gaine au tendon superficiel. — 6) Filament étendu de la gaine au tendon du fléchisseur profond.

*** 1) Tendon bifurqué du fléchisseur superficiel. — 2) Tendon du fléchisseur profond. — 3, 3) Bords de la gaine incisée.

**** 1) Tendon de l'extenseur. — 2) Extrémité de l'interosseux. — 3) Bandelette fibreuse étendue entre les deux interosseux du même doigt et passant en partie seulement sur le tendon de l'extenseur; l'autre portion de la bandelette se fixe sur les bords du tendon. — 4) Bandelette triangulaire terminant l'interosseux sur le tendon de l'extenseur. — 5) Fusion des tendons interosseux et lombricaux avec les parties latérales du tendon de l'extenseur. — 6) Faisceau moyen du tendon de l'extenseur commun, s'insérant à la deuxième phalange. — 7) Bandelette fibreuse fixant les tendons sur les os. — 8) Insertion des bandelettes latérales de l'extenseur, confondues avec les interosseux et les lombricaux.

Fig. 192.

*Muscles de la région antérieure de la cuisse.**

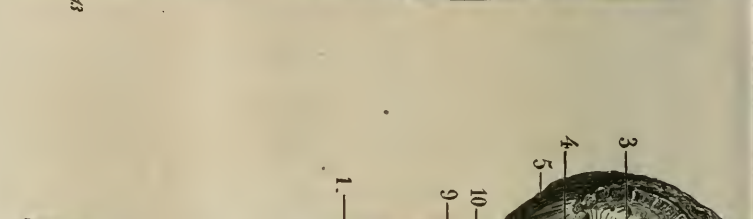


Fig. 193.

*Muscles de la région interne de la cuisse.***

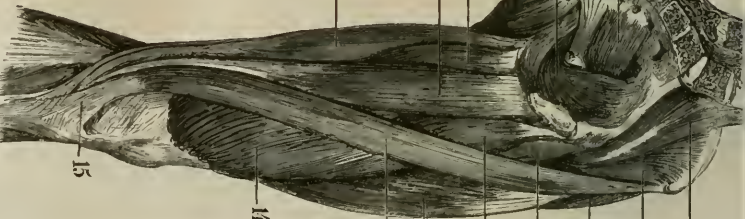


Fig. 194.

*Muscles profonds de la partie interne de la cuisse.****

* 1) Iliaque. — 2) Grand psoas. — 3) Pectiné. — 4) Premier ou moyen adducteur. — 5) Troisième ou grand adducteur. — 6) Moyen fessier. — 7) Droit interne. — 8) Tenseur du fascia lata. — 9) Couturier. — 10) Droit antérieur. — 11) Vaste interne. — 12) Vaste externe. — 13) Aponévrose incisée.

** 1) Psoas. — 2) Iliaque. — 3) Pyramidal. — 4) Obturateur interne. — 5) Grand essier. — 6) Pectiné. — 7) Premier ou moyen adducteur. — 8) Coutrier. — 9) Droit interne. — 10) Troisième ou grand adducteur. — 11) Demi-tendineux. — 12) Tenseur du fascia lata. — 13) Droit antérieur. — 14) Vaste interne. — 15) Patte d'oie.

*** 1) Tendon du droit antérieur. — 2) Insertion du moyen fessier. — 3) Insertion du psoas iliaque. — 4) Pectiné. — 5) Premier adducteur. — 6) Grand adducteur. — 6') Insertion inférieure du tendon du grand adducteur. — 7, 7') Petits orifices sur le point d'insertion du grand adducteur pour le passage des artères perforantes. — 8) Anneau du grand adducteur.

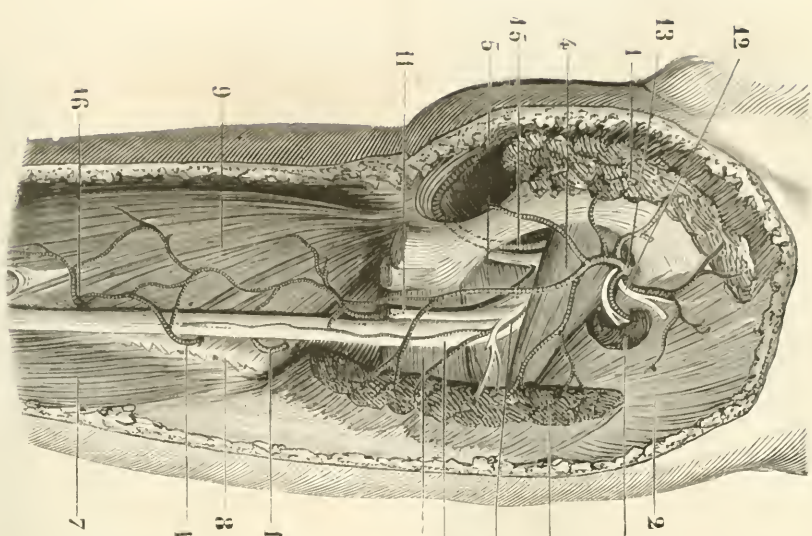


Fig. 195. — *Muscles superficiels et profonds de la fesse.* *

* 1) Grand fessier. — 2) Moyen fessier. — 3) Échancrure faite sur le moyen fessier pour montrer les vaisseaux et nerfs fessiers. — 4) Pyramidal. — 5) Jumeaux et tendon de l'obturateur interne. — 6) Carré crural. — 7) Courte portion du biceps. — 8) Bord postérieur du fémur. — 9) Grand adducteur. — 10) Nerf grand sciatique. — 11) Nerf petit sciatique. — 12 Nerf fessier supérieur. — 13) Artère fessière. — 14) Artère ischiatique. — 15) Artère honteuse interne. — 16, 16, 16) Artères perforantes.

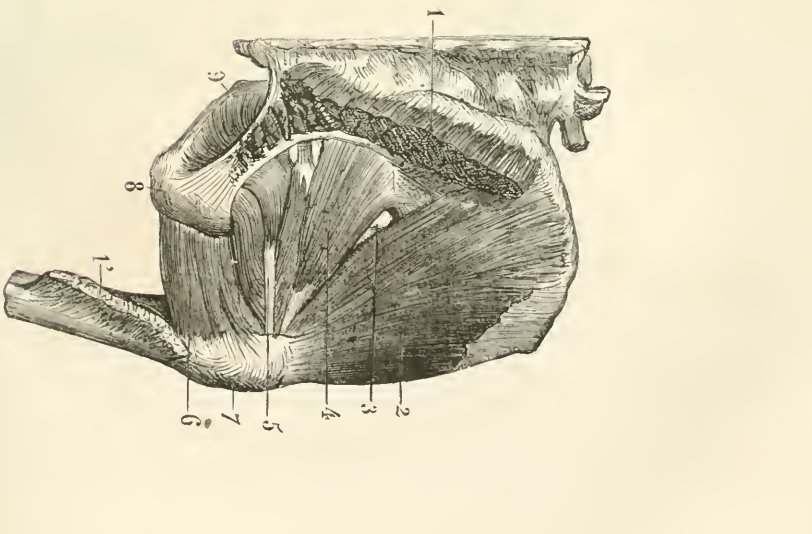


Fig. 196. — *Muscles de la région profonde de la fesse.* **

** 1) Coupe de l'extrémité supérieure du grand fessier. — 1') Extrémité inférieure du grand fessier. — 2) Moyen fessier. — 3) Partie supérieure de la grande échancrure sciatique, livrant passage aux nerfs et aux vaisseaux fessiers. — 4) Pyramidal. — 5) Tendon de l'obturateur interne, situé entre les deux jumeaux. — 6) Carré crural. — 7) Grand trochanter. — 8) Ischion. — 9) Insertion fixe de l'obturateur interne.

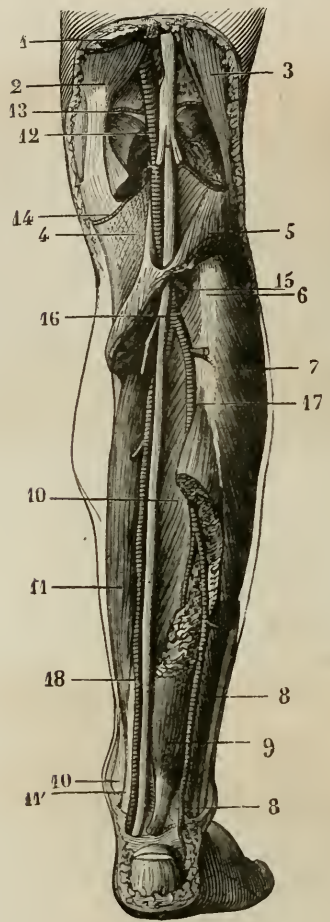


Fig. 197.
*Muscles du creux du jarret.**

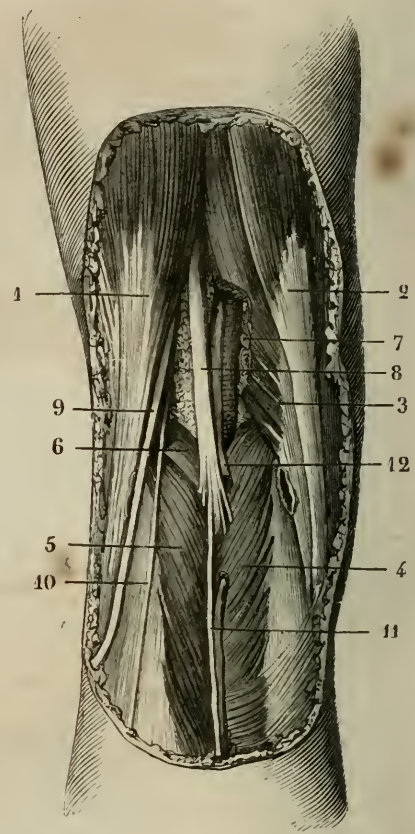
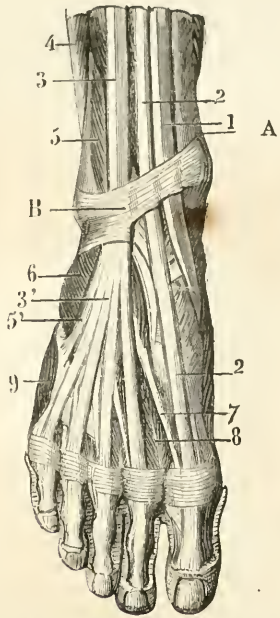


Fig. 198.
*Région postérieure de la jambe.***

* 1) Coupe du demi-tendineux. — 2) Demi-membraneux. — 3) Biceps. — 4) Poplité. — 5) Coupe du soléaire à son insertion supérieure. — 6) Face postérieure du péroné. — 7) Long péronier latéral. — 8) Court péronier latéral. — 9) Fléchisseur propre du gros orteil. — 10) Jambier postérieur. — 10') Son tendon. — 11) Fléchisseur commun des orteils. — 11') Son tendon. — 12) Artère poplitée. — 13) Artère articulaire supérieure interne. — 14) Artère articulaire inférieure interne. — 15) Artère tibiale antérieure avant son passage à travers le ligament interosseux. — 16) Artère tibio-péronière. — 17) Artère péronière. — 18) Artère tibiale postérieure.

** 1) Biceps. — 2) Demi-tendineux. — 3) Demi-membraneux. — 4) Jumeau interne. — 5) Jumeau externe. — 6) Plantaire grêle. — 7) Échancrure du demi-membraneux pour montrer les vaisseaux poplités. — 8) Nerf sciatique poplité interne et vaisseau poplité. — 9) Nerf sciatique poplité externe. — 10) Nerf accessoire du saphène externe. — 11) Nerf et veine saphènes externes. — 12) Terminaison de la saphène externe dans la veine poplitée.



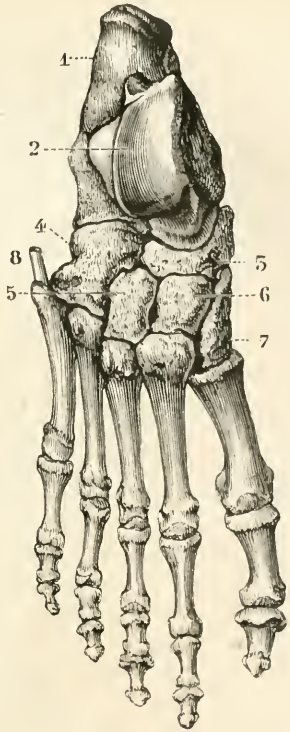


Fig. 199.—*Extenseurs des orteils.** Fig. 200.—*Jambier postérieur.*** Fig. 201.—*Muscles de la face supérieure du pied.**** Fig. 202.—*Os du pied.*****
(Face supérieure.)

* 1) Ligament annulaire du tarse. — 2) Jambier ou tibial antérieur. — 3) Portion externe de l'extenseur commun ou péronier antérieur. — 4) Extenseur commun des orteils. — 5) Extenseur propre du gros orteil. — 6) Pédieux.

** 1, 2, 3, 4, 5) Insertion du jambier postérieur au calcanéum, au scaphoïde, au premier cunéiforme, à la base des métatarsiens.

*** AB) Ligament annulaire antérieur du tarse. — 1) Tendon du jambier antérieur. — 2, 2) Tendon de l'extenseur propre du gros orteil. — 3, 3) Tendon de l'extenseur commun des orteils. — 4) Tendon du long péronier latéral. — 5) Tendon du péronier antérieur. — 6) Muscles pédieux. — 7) Tendon interne du pédieux confondu avec l'extenseur propre. — 8) Premier interosseux dorsal. — 9) Court fléchisseur du petit orteil.

**** 1) Calcanéum. — 2) Astragale. — 3) Scaphoïde. — 4) Cuboïde. — 5) Troisième cunéiforme. — 6) Deuxième cunéiforme. — 7) Premier cunéiforme. — 8) Tendon du court péronier latéral.

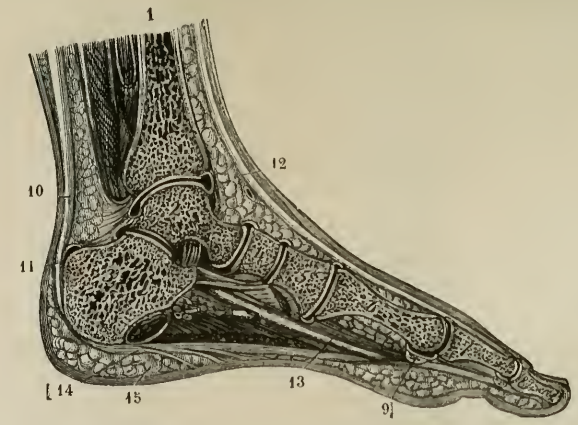


Fig. 203. — *Coupe du pied gauche passant par l'axe du gros orteil.* *

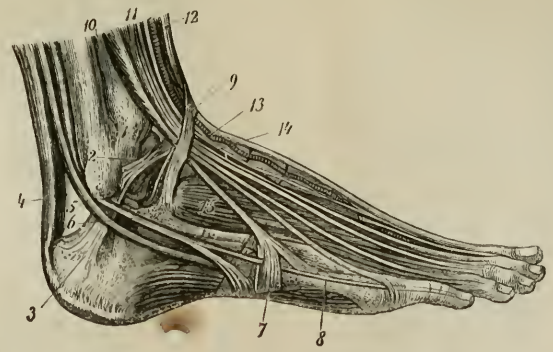


Fig. 204. — *Muscles de la face dorsale du pied.* **

* 1) Tibia. — 2) Astragale. — 3) Calcanéum. — 4) Scaphoïde. — 5) Premier cunéiforme. — 6) Premier métatarsien. — 7, 8) Première et deuxième phalanges du gros orteil. — 9) Os sésamoïde du gros orteil. — 10, 11) Tendon d'Achille. — 12) Extenseur propre du gros orteil. — 13) Long fléchisseur propre du gros orteil. — 14) Aponévrose plantaire. — 15) Tissu graisseux et cellulaire de la plante du pied.

** 1, 2, 3) Ligaments de l'articulation tibio-tarsienne. — 4) Tendon d'Achille. — 5) Tendon du long péronier latéral. — 6) Tendon du court péronier latéral. — 7) Tendon externe de l'extenseur commun du péronier antérieur. — 8) Tendon du court péronier allant s'insérer au petit doigt. — 9) Ligament annulaire antérieur du tarse. — 10) Tibia. — 11) Long extenseur commun des orteils. — 12) Extenseur propre du gros orteil. — 13) Artère pédieuse. — 14) Nerf tibial antérieur. — 15) Pédieux.

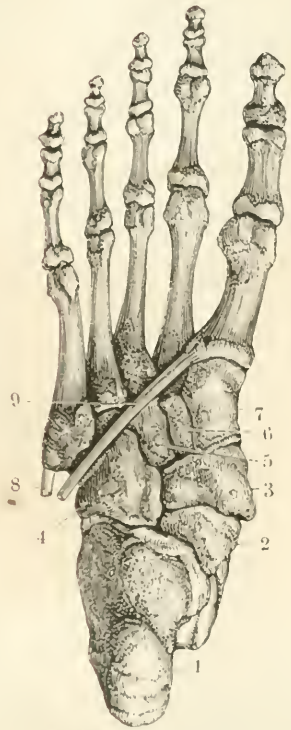


Fig. 205. — *Os du pied.**
(Face inférieure.)

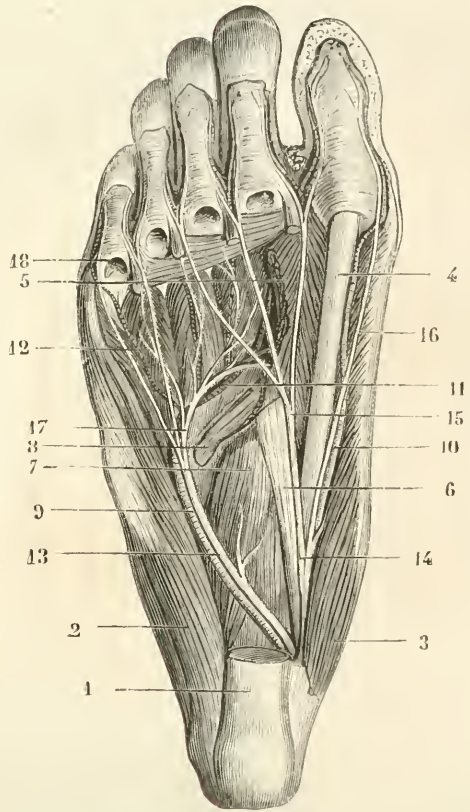


Fig. 206. — *Muscles de la face inférieure du pied.***

* 1) Calcanéum. — 2) Astragale. — 3) Scaphoïde. — 4) Cuboïde. — 5) Troisième cunéiforme. — 6) Deuxième cunéiforme. — 7) Premier cunéiforme. — 8) Tendon du court péronier latéral. — 9) Tendon du long péronier latéral.

** 1) Court fléchisseur commun des orteils coupé. — 2) Abducteur du petit orteil. — 3) Abducteur du gros orteil. — 4) Tendon du fléchisseur propre du gros orteil. — 5) Abducteur oblique du gros orteil. — 6) Tendon du fléchisseur commun [illegible] du long fléchisseur [illegible] 8) Tendon du long péronier latéral dans sa gaîne fibreuse. — 9) Artère plantaire externe. — 10) Artère plantaire interne. — 11) Arcade artérielle formée par la plantaire externe. — 12) Artère collatérale externe du petit orteil. — 13) Nerf plantaire externe. — 14) Nerf plantaire interne. — 15) Branche externe de ce nerf. — 16) Branche interne. — 17) Arcade nerveuse formée par la plantaire externe. — 18) Orifice de la gaîne des tendons fléchisseurs.

CHAPITRE IV.

LA VOIX ET LA PAROLE.

§ 1er. *Organes de la production des sons.* — Parties constitutives du larynx. — Cartilages, muscles, cordes vocales, etc. — Examen des parties profondes du larynx; laryngoscope; applications pathologiques. — § 2. *Mécanisme de la production des sons.* — Formation des sons dans le larynx. — Voyelles et consonnes. — Influence de la longueur du larynx, de la vibration des parties qui l'environnent, du plus ou moins de tension des cordes vocales. — Voix de poitrine et voix de tête. — Voix de basse, de baryton, etc. — Production artificielle des voyelles et des consonnes. — Mode de formation des diverses voyelles et consonnes. — Labiales, linguales, palatines. — Formation de la parole. — Ventriloquie. — Localisation du siége de la parole. — Aphasie. — § 3. *Origine du langage. Langage des animaux.* — Définition du langage. — Évolution graduelle du langage et des langues. — Langage des animaux.

La voix et la parole sont le résultat d'une série de vibrations ayant leur siége dans le larynx, appareil tout à fait comparable à l'instrument musical nommé *anche*. L'air poussé par les poumons produit, en passant sur les parties vibrantes que le larynx contient, certains sons variables, suivant les modifications de forme qu'éprouve cet organe sous l'influence des muscles dont il est muni et suivant l'état des parties qui l'environnent. La parole est donc encore une des formes du mouvement, et son étude devait naturellement venir après les chapitres que nous avons consacrés à cette importante fonction.

§ 1er.

ORGANES DE LA PRODUCTION DES SONS.

Larynx. Le larynx est situé à la partie antérieure et supérieure du cou, en avant de la colonne vertébrale, dont il est séparé par le pharynx, et au-dessous de l'os hyoïde, auquel il est fixé par la membrane thyro-hyoïdienne et dont il suit les mouvements. Sa

partie inférieure se continue avec la trachée-artère; sa partie supérieure peut être fermée par l'abaissement d'une sorte de couvercle nommé *épiglotte*. Quand il est ainsi fermé à sa partie supérieure, les aliments qui se dirigent vers le pharynx ne sont pas exposés à tomber dans sa cavité.

Le diamètre vertical du larynx est de 44 millimètres, son diamètre transversal de 43, son diamètre antéro-postérieur de 36.

Le larynx est constitué par une charpente cartilagineuse dont les diverses parties sont reliées par des ligaments et mises en mouvement par plusieurs muscles. Sa cavité est, comme celle des autres organes internes, tapissée d'une muqueuse sujette à diverses inflammations, qui ont pour résultat de gêner la respiration et d'altérer profondément la voix quand elles siégent au niveau des cordes vocales. Ses cartilages, mobiles les uns sur les autres, peuvent être déplacés par les muscles, et ces déplacements ont pour effet de tendre les parties nommées *cordes vocales* qui s'y insèrent.

Parmi les cartilages du larynx, trois : le *cartilage cricoïde*, le *cartilage thyroïde* et l'*épiglotte*, sont impairs; deux, les *cartilages aryténoïdes*, sont doubles. Ces cartilages sont reliés par divers ligaments, qu'on peut considérer comme des dépendances d'une membrane élastique qui double la face interne de la muqueuse.

Le *cartilage cricoïde* (de χρικος, anneau) forme la base du larynx. Il soutient les cartilages thyroïde et aryténoïde, et est supporté lui-même par la trachée, à laquelle il est rattaché par un ligament.

Le *cartilage thyroïde* (de θυρεὸς, bouclier) est formé de deux lames quadrangulaires, qui se réunissent à angle droit, par leur bord antérieur, sur la ligne médiane, en formant une saillie nommée *pomme d'Adam*. C'est dans l'angle rentrant qui se trouve derrière cette saillie sur la ligne médiane que s'insèrent le sommet de l'épiglotte et une portion des cordes vocales.

Le cartilage thyroïde est relié à l'os hyoïde par une membrane fibreuse, la membrane *thyro-hyoïdienne*. Ses bords antérieurs se prolongent latéralement en saillies superposées, nommées *grande corne* et *petite corne*. La grande corne s'articule avec l'os hyoïde.

Les *cartilages aryténoïdes* (de αρυταινα, entonnoir) sont situés à

la partie postérieure du cartilage cricoïde. Ils ont la forme d'une pyramide triangulaire qui serait placée sur la tête de ce dernier comme un cavalier sur son cheval. C'est à leur surface que s'insère une des extrémités des cordes vocales.

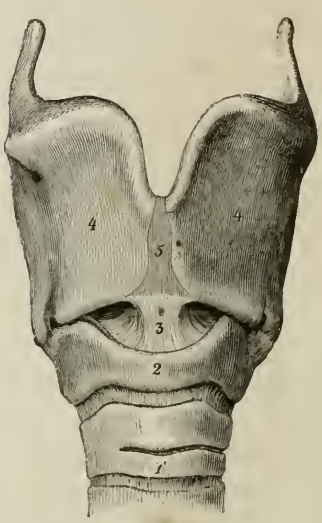


Fig. 207.
*Cartilages du larynx.**
(Face antérieure.)

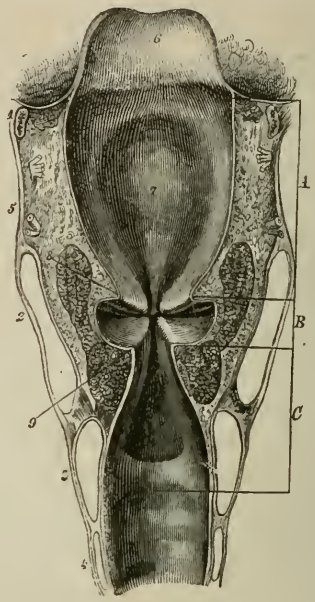


Fig. 208.
*Coupe verticale du larynx.***
(Face postérieure.)

Au sommet des cartilages aryténoïdes on trouve deux noyaux cartilagineux, *cartilages de Santorini* et *de Wrisberg*.

L'*épiglotte* (de επι, sur; γλοττις, glotte) est une lame mince, fibro-cartilagineuse, située derrière la base de la langue, en avant de l'orifice supérieur du larynx, sur lequel elle s'applique quand la langue se porte en arrière dans la déglutition. Elle est

* 1) Trachée. — 2) Cartilage cricoïde. — 3) Membrane crico-thyroïdienne. — 4, 4, 5) Cartilage thyroïde.

** 1) Os hyoïde. — 2) Cartilage thyroïde. — 3) Cartilage cricoïde. — 4) Premier anneau de la trachée. — 5) Membrane thyro-hyoïdienne. — 6, 7) Épiglotte. — 8) Cordes vocales supérieures. — 9) Cordes vocales inférieures et muscle thyro-aryténoïdien. — A, B, C) Cavités supérieure, moyenne et inférieure du larynx.

fixée à l'angle rentrant du cartilage thyroïde au moyen d'un ligament *.

Les *muscles du larynx* sont au nombre de neuf; un seul, l'*ary-*

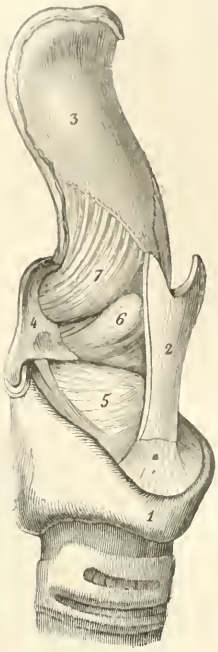


Fig. 209 *

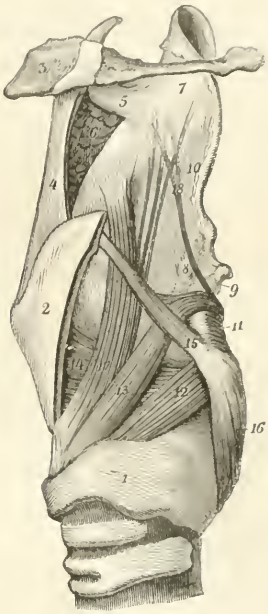


Fig. 210.**

Muscles du larynx.

* 1) Cartilage cricoïde. — 2) Portion du cartilage thyroïde coupé. — 3) Épiglotte. — 4) Cartilage aryténoïde. — 5, 6, 7) Faisceaux du thyro-aryténoïdien.

** 1) Cartilage cricoïde. — 2) Cartilage thyroïde. — 3) Os hyoïde. — 4) Membrane thyro-hyoïdienne. — 5) Membrane hyo-épiglottique. — 6) Espace rempli de graisse. — 7) Épiglotte. — 8) Glandes aryténoïdiennes latérales. — 9) Cartilage aryténoïde. — 10) Bords de l'épiglotte. — 11) Ary-aryténoïdien. — 12) Muscle crico-aryténoïdien latéral. — 13, 14, 15) Faisceaux du thyro-aryténoïdien. — 16) Crico-aryténoïdien postérieur. — 17, 18, Fibres thyro-épiglottiques et ary épiglottiques, faisceaux musculaires variables, dépendances des muscles précédents.

* A l'état normal, l'épiglotte est toujours verticale, et, d'après le docteur Duncan Gibb, son affaissement ferait obstacle à la longévité au delà de 70 ans. Chez toutes les personnes très-âgées, l'épiglotte serait constamment verticale. C'est chez les juifs, d'après le même auteur, que l'affaissement de l'épiglotte se rencontrerait le plus souvent. Chez les individus de cette race, la longévité serait fort rare, et les congestions du poumon, du cerveau et du cœur fréquentes.

ténoïdien, est impair. Ces muscles, qui portent les noms des parties auxquelles ils s'insèrent, ont pour but la dilatation et la constriction de la glotte, c'est-à-dire l'écartement ou le rapprochement des cordes vocales. Tous, sauf le crico-thyroïdien, ont une de leurs insertions sur le cartilage aryténoïde, auquel sont fixées les cordes vocales. Tous sont constricteurs, à l'exception du crico-aryténoïdien postérieur, qui écarte les cordes vocales, et, par suite, est dilatateur.

Le *crico-thyroïdien*, muscle placé à la partie antérieure du larynx, va de la partie antérieure et externe du cartilage cricoïde sur les côtés de la ligne médiane au bord inférieur du cartilage thyroïde.

L'*ary-aryténoïdien* ou *aryténoïdien postérieur*, placé à la partie postérieure du larynx, s'étend des bords d'un cartilage aryténoïde à l'autre.

Le *crico-aryténoïdien postérieur* et le *crico-aryténoïdien latéral* vont du cartilage cricoïde au cartilage aryténoïde.

Le *thyro-aryténoïdien*, situé sur les parties latérales du larynx, va de l'angle rentrant du cartilage thyroïde au bord externe du cartilage aryténoïde. Il est compris dans l'épaisseur de la corde vocale inférieure.

L'orifice supérieur du larynx a chez le cadavre la forme d'un V dont la pointe serait en avant, par suite de la tendance qu'ont les cordes vocales à s'écarter; mais chez le vivant cette forme peut éprouver des modifications nombreuses.

La cavité du larynx est bornée par des replis musculo-membraneux, auxquels on a donné le nom de *cordes vocales*, et qui vont de l'espace compris entre l'angle rentrant du cartilage thyroïde à la partie antérieure des cartilages aryténoïdes. Il y en a quatre, deux de chaque côté. Les *deux cordes vocales supérieures* (une à droite, l'autre à gauche) sont formées par un simple repli de la muqueuse et par les ligaments thyro-aryténoïdiens supérieurs. La cavité située au-dessous se continue avec la trachée.

Les *deux cordes vocales inférieures* sont constituées par le faisceau interne du muscle thyro-aryténoïdien et la muqueuse qui le recouvre. Ce sont des reliefs de la surface interne du larynx plutôt

que des replis; par leur forme et leur structure ils ne méritent en aucune façon le nom de *cordes*.

Les cordes vocales représentent deux triangles superposés quand on regarde le larynx par sa face supérieure. L'espace compris entre les deux cordes vocales inférieures a reçu le nom de *glotte*. L'espace compris entre les cordes vocales supérieures et inférieures

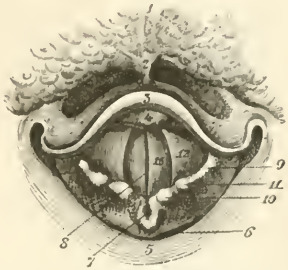


Fig. 211. — *Vue du larynx au laryngoscope* (pendant l'émission de sons aigus).*

du même côté a reçu le nom de *ventricule du larynx* ou *ventricule de Morgagni*.

La glotte est la partie la plus étroite du larynx; aussi peut-on l'apercevoir à travers l'orifice supérieur de cet organe et l'intervalle des cordes vocales supérieures avec un miroir convenablement placé dans la bouche et éclairé, soit par la lumière solaire, soit par la lumière artificielle. Cet appareil, nommé *laryngoscope*, imaginé par le musicien Garcia et perfectionné par le physiologiste Czermack, rend les plus utiles services dans le traitement des affections du larynx.

L'extrême étroitesse de la glotte, qui n'a guère que 1 millimètre d'ouverture, nous explique la facilité avec laquelle le larynx s'obtrue par les fausses membranes du croup, et la nécessité d'ouvrir la trachée pour permettre à l'air de pénétrer dans la poitrine. Elle nous fait aussi comprendre le danger du gonflement œdémateux de

* 1, 2) Base de la langue. — 3) Épiglotte. — 4) Bourrelet de l'épiglotte. — 5, 6) Pharynx. — 7) Cartilages aryténoïdes. — 8) Intervalle compris entre les cordes vocales inférieures. — 9) Replis ary-épiglottiques. — 10) Cartilages de Santorini. — 11) Cartilages de Wrisberg. — 12) Cordes vocales supérieures. — 13) Cordes vocales inférieures.

la muqueuse du larynx au niveau des cordes vocales inférieures. Ce gonflement, qui est assez rare, en raison de l'adhérence de la muqueuse aux parties sous-jacentes, se manifeste cependant quelquefois, notamment dans l'affection nommée *œdème de la glotte*, et le malade peut être asphyxié en quelques minutes si on ne s'empresse de lui porter secours en ouvrant la trachée. L'expiration est souvent encore normale alors que l'inspiration devient presque im-

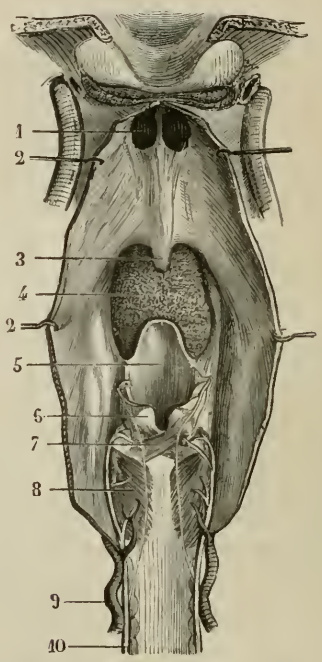


Fig. 212. — *Nerfs et vaisseaux du larynx.**

possible, parce que les bourrelets que forme la muqueuse soulevée tendent à obstruer le larynx en se précipitant dans sa cavité lorsque le vide se fait dans les poumons pour l'introduction de l'air.

Le larynx reçoit des vaisseaux importants, branches des artères

* 1) Orifice postérieur des fosses nasales. — 2) Pharynx, ouvert et écarté avec des crochets. — 3) Luette. — 4) Base de la langue. — 5) Épiglotte. — 6) Cartilage aryténoïde. — 7) Muscle ary-aryténoïdien. — 8) Muscle crico-aryténoïdien postérieur. — 9) Artère thyroïdienne inférieure. — 10) Nerf récurrent. Au-dessus de la ligne 6 on voit la terminaison du nerf laryngé supérieur.

laryngées venues de la thyroïdienne supérieure. Le sang qui en sort se jette dans les veines laryngées, qui le conduisent à la veine jugulaire interne. Il reçoit aussi des nerfs, nommés *laryngés supérieur* et *inférieur* ou *récurrent*, nés du pneumo-gastrique.

§ 2.

MÉCANISME DE LA PRODUCTION DES SONS DANS LE LARYNX.

Formation des sons dans le larynx. — Voyelles et consonnes. — La voix est le son que les animaux font entendre en chassant l'air de leurs poumons au travers du larynx. La parole est la voix modifiée par les parties qui surmontent le larynx : langue, lèvres, etc. Elle n'est autre chose que la voix articulée, c'est-à-dire divisée en une série de sons distincts et indépendants, ayant chacun leur caractère propre.

Les sons qui produisent la voix sont le résultat de la vibration des cordes vocales inférieures. Ils ne sont pas dus, comme on l'a cru d'abord, à la vibration de l'air passant à travers un orifice étroit, comme dans le sifflet. Au lieu d'être comparé à un sifflet, le larynx doit être comparé à l'instrument de musique nommé *tuyau à anche*, constitué, comme on le sait, par un tube contenant une ou plusieurs languettes fixées par une de leurs extrémités au corps de l'instrument et libres par l'autre. Placées sur le passage de l'air, elles produisent des sons lorsqu'elles entrent en vibration.

Dans le larynx, la languette est constituée par les cordes vocales inférieures. Le tube dans lequel sont placées ces cordes et qui est constitué par le larynx, la cavité buccale et la trachée, sert, comme le tube du tuyau à anche, à modifier ou renforcer les sons produits par la vibration de la languette. Le poumon et la trachée servent à injecter de l'air dans l'instrument. Les variations de tension des cordes vocales sont déterminées par le rapprochement des cartilages thyroïdes et aryténoïdes. Plus les cordes sont rapprochées et, par suite, plus la glotte est resserrée, plus le son est aigu. L'espace compris entre elles quand elles vibrent ne dépasse guère 1 millimètre.

La longueur du tube qui contient les cordes vocales, c'est-à-dire du larynx, a aussi, comme dans les instruments à anche, une influence sensible sur le plus ou moins d'acuité du son. On sait que les chanteurs qui veulent produire des notes aiguës rejettent la tête en arrière, ce qui allonge le larynx, tandis qu'ils l'abaissent, au contraire, dans les notes graves, ce qui raccourcit ce dernier.

La trachée, les bronches, les cavités nasales et pharyngienne vibrent également pendant la production des sons; aussi, l'altération de ces appareils modifie-t-elle considérablement le timbre de la voix. D'après M. Fournié, ce ne serait pas toute l'épaisseur des cordes vocales qui entrerait en vibration, mais uniquement la muqueuse qui les recouvre. En effet, quand cette muqueuse est détruite, on ne peut faire produire aucun son au larynx. Ce serait pour ce motif que ses moindres inflammations produisent un enrouement considérable.

Les cordes vocales inférieures sont les seules qui entrent en vibration dans la production des sons; les cordes vocales supérieures peuvent être détruites sans que la voix soit altérée.

Ce sont les modifications que font éprouver aux sons engendrés au niveau des cordes vocales les cavités pharyngienne, nasales et buccale qui constituent la voix. Ces cavités forment un résonnateur à résonnance variable, qui complète l'anche à note variable que forme le larynx.

L'influence des corps résonnants dans les instruments de musique est considérable. Des cordes fixées sur des corps résonnants qui vibrent à l'unisson, comme la boîte d'un violon, produisent un son très-intense, tandis que ce son est très-faible si les mêmes cordes sont fixées à un corps qui ne résonne pas, tel qu'un bloc de pierre par exemple. La languette d'une anche séparée du corps de l'instrument et frottée avec un archet ne rend également qu'un son très-faible. L'intensité du son glottique dépend donc non-seulement de la force avec laquelle le courant d'air de l'expiration vient frapper les lèvres de la glotte, force déterminée par l'élasticité du poumon, l'ampleur de la cage thoracique, etc., mais encore de l'état des parties avoisinant le larynx.

L'*élévation* ou l'*acuité du son* est d'autant plus considérable, comme nous l'avons dit, que les cordes vocales sont plus tendues. La voix la plus basse est désignée sous le nom de *voix de poitrine;* la voix la plus aiguë, sous le nom de *voix de tête* ou de *fausset*, expressions qui n'ont, du reste, aucune valeur physiologique, car la voix se forme toujours au niveau de la glotte, mais qui viennent sans doute de ce que dans la voix de tête ce sont les cavités situées au-dessus du larynx qui vibrent le plus, tandis que dans la voix de poitrine ce sont celles qui sont situées au-dessous.

Dans la voix dite de poitrine, les cordes vocales vibrent dans toute leur longueur; elles vibrent seulement sur une partie de leur étendue dans la voix de tête. Les variations de longueur de la partie vibrante sont comprises entre 10 et 15 millimètres. La combinaison de la tension des cordes vocales avec les variations qu'elles subissent dans la longueur de leur partie vibrante et dans leur densité suffit à produire toutes les modulations de la voix humaine.

La voix humaine comprend habituellement une étendue d'une demi-octave. Elle s'étend généralement à deux octaves pendant le chant. Suivant que l'étendue de ces deux octaves est comprise dans des régions plus ou moins hautes de l'échelle musicale, la voix humaine a été classée, en s'élevant des notes les plus basses jusqu'aux plus élevées, en voix de *basse-taille* ou *baryton*, *ténor*, *contralto*, *mezzo-soprano* et *soprano*.

Le son le plus bas de l'échelle des tons de la voix humaine correspond à 160 vibrations par seconde; le plus élevé à 2048.

La façon dont les tons harmoniques sont renforcés dans les cavités voisines de la glotte, bouche, fosses nasales, etc., détermine le timbre de la voix.

Dans la parole à voix basse, la glotte ne paraît pas entrer en vibration; l'air expiré est articulé par la bouche, les dents, la langue, etc.; quand la trachée est coupée en travers, la parole à haute voix est impossible, mais la parole à voix basse ne l'est pas; la parole n'emprunte donc à la voix que le son.

Au moyen de bandes élastiques convenablement ajustées on peut construire un larynx artificiel et, en y poussant de l'air, pro-

duire toutes les notes de la voix humaine. Les voyelles et les consonnes étant produites par un changement dans la forme de la cavité située au-dessus du larynx, on peut, en plaçant au-dessus du larynx artificiel des cavités auxquelles on donne une forme déterminée, obtenir tous les sons des différentes lettres.

En faisant vibrer un diapason dont les sons étaient renforcés par des résonnateurs placés au devant de lui, Helmholtz a pu reproduire artificiellement toutes les voyelles.

Les *voyelles* et les *consonnes* sont donc le résultat des changements qui s'opèrent dans la forme des cavités placées au-dessus du larynx. Dans l'émission de l'A, la bouche forme une cavité régulièrement élargie en entonnoir depuis le larynx. Elle se rétrécit un peu en avant dans l'émission de l'O, et complétement dans celle de l'U, en s'allongeant par le déplacement des lèvres en avant.

Les modifications qu'éprouve le tuyau vocal dans la formation des diverses voyelles portent surtout sur sa longueur. On reproduit les sons correspondant aux diverses voyelles en faisant varier la longueur d'un tube dans lequel se trouve une languette vibrante. C'est dans la production de l'I que le tuyau est le plus diminué de longueur.

Les *consonnes* ne sont pas des sons comme les voyelles, mais des bruits, c'est-à-dire des vibrations irrégulières qui ne sauraient être perçues isolément. Elles ne peuvent être prononcées sans l'association d'une voyelle.

Suivant les parties des cavités pharyngienne, buccale ou labiale qui entrent en vibration quand se fait l'émission de la voyelle, les consonnes sont dites *labiales, linguales* et *gutturales* ou *palatines*. Les *labiales*, c'est-à-dire les lettres B, M, P, V, W, sont produites par le rapprochement des lèvres. Les *linguales*, c'est-à-dire les lettres C, D, L, N, S, T, sont formées par l'application de la langue contre les dents ou la voûte palatine. Les *gutturales*, c'est-à-dire les consonnes K, G, J, R, sont produites par le rapprochement de la langue contre la voûte palatine, de façon à fermer la cavité buccale.

Parole. Pour qu'il y ait production de la *parole*, il faut que les

sons produits par la glotte et modifiés par les cavités pharyngienne et buccale de manière à représenter une voyelle s'associent avec les bruits qui se produisent dans ces mêmes cavités et qu'on a désignés, comme nous l'avons vu, sous le nom de *consonnes*. Cet ensemble constitue la voix articulée et, par la combinaison des voyelles et des consonnes en syllabes et des syllabes en mots, forme la parole.

On voit, par ce qui précède, de quelle utilité sont les lèvres, le palais et la langue dans l'articulation des sons, et on comprend comment une lésion de ces organes rend la parole confuse ou même impossible. Parler la bouche ouverte n'est pas possible; une simple perforation de la voûte palatine rend la parole presque inintelligible. Elle le devient tout à fait si la perforation est assez étendue pour faire largement communiquer la bouche avec les fosses nasales. C'est une infirmité qui accompagne très-souvent la division des lèvres désignée sous le nom de *bec de lièvre*.

La parole ne conserve sa pureté qu'à condition que l'oreille surveille constamment la production des sons. Celui qui devient sourd perd la netteté de ses intonations. Le sourd de naissance auquel on apprend à parler a toujours une voix très-désagréable à entendre.

Dans le mode de parler désigné sous le nom de *ventriloquie* et qui consiste à imprimer à la voix un timbre tel que la parole ne paraît pas être émise par la personne qui parle réellement, la voix se forme, comme toujours, au niveau du larynx; mais la production de sons étouffés, semblant venir de loin, s'obtient en fermant la bouche le plus possible et laissant sortir le moins d'air à la fois, et aussi, peut-être, en aspirant quand on parle. Les personnes exercées peuvent ainsi produire des illusions fort curieuses. Le célèbre Comte faisait parler des statues, sortir des voix de dessous terre. Il fit, dit-on, sortir un jour une voix terrible d'un four où les paysans de Fribourg voulaient le brûler comme sorcier.

Localisation de la faculté de la parole. Pour que l'appareil de la voix fonctionne, il faut, comme pour tous les organes, non-seulement que le cerveau commande, le nerf transmette et le

muscle obéisse, mais, de plus, qu'il y ait le souvenir des mots qu'on veut employer et le pouvoir de coordonner les mouvements des organes qui produisent la parole. Ce pouvoir coordonnateur constituerait, d'après divers auteurs, une faculté spéciale dite *du langage articulé*, qui aurait son siége dans les deuxième et troisième circonvolutions frontales des lobes antérieurs de l'hémisphère gauche du cerveau. Mais il suffit d'observer un enfant apprenant à parler pour comprendre que cette coordination n'est que le résultat de l'éducation, et il serait fort difficile d'expliquer qu'elle ait besoin d'un organe spécial pour sa manifestation.

Pour que la parole puisse se manifester, il faut l'intégrité complète des éléments divers que nous venons d'énumérer. Si un seul fait défaut, elle est impossible. On a donné à cette impossibilité le nom d'*aphasie*.

L'aphasie a le plus souvent pour cause une congestion ou une hémorrhagie cérébrale. Elle est généralement la conséquence de la perte de la mémoire des mots, et offre tous les degrés, depuis la simple perte de quelques mots, qui oblige seulement le malade à employer des circonlocutions pour faire connaître ses idées, jusqu'à la perte à peu près complète de tous les mots, qui ne lui laisse que deux ou trois expressions, avec lesquelles il fait les plus inutiles efforts pour traduire ses pensées.

Souvent les mots articulés par l'aphasique ne correspondent pas à sa pensée. Trousseau rapporte l'histoire d'une dame bien élevée qui usait de paroles injurieuses, les prenant pour des mots aimables.

En général, l'aphasique écrit aussi mal qu'il parle, ce qui se comprend, puisque c'est la mémoire des mots qui lui fait défaut. Cependant il y a des cas où l'écriture est conservée sans la parole, et alors le malade, incapable d'articuler un mot, raisonne très-bien par correspondance; dans d'autres, au contraire, la parole est conservée, mais non l'écriture. Il y en a enfin où le malade, capable d'écrire, est incapable de relire son écriture. On peut l'expliquer en admettant qu'il existe, sur le trajet que suit l'impression visuelle pour aller au point du cerveau où les mouvements sont voulus et déterminés, une lésion qui s'oppose à cette transmission.

La variété des effets observés dans l'aphasie n'a pas lieu, du reste, de surprendre, quand on sait que cet état pathologique n'est pas une maladie, mais le symptôme d'altérations morbides fort diverses.

§ 3.

ORIGINE DU LANGAGE. — LANGAGE DES ANIMAUX.

Origine du langage. La question de l'origine du langage est une de celles sur lesquelles les philologues et les philosophes nous semblent avoir le plus erré. Elle ne peut être compréhensible que si on la décompose en ses éléments divers et si l'on étudie le langage, non tel qu'il est aujourd'hui, mais tel qu'il a dû être à l'aurore des civilisations, et en le suivant pas à pas jusqu'au degré de perfection qu'il a atteint de nos jours.

Le langage oral, c'est-à-dire la parole, n'est qu'une des formes du langage. Sous ce dernier terme on doit désigner, en effet, tout signe quelconque interprétatif d'un besoin ou d'un sentiment et susceptible de rappeler à l'esprit le besoin ou le sentiment auquel il correspond.

Il y a, abstraction faite de la parole, bien des manières d'exprimer ses sentiments et ses besoins et, par suite, bien des espèces de langages. Tous les êtres vivants ont le leur. Souvent ces langages sont plus commodes que la parole, en ce sens qu'ils sont bien plus faciles à comprendre. Le geste et la physionomie constituent un langage mimique parlé par tous les peuples, le même partout, et que les animaux arrivent eux-mêmes à comprendre en partie.

La prétendue faculté du langage est simplement l'aptitude à exprimer ou à saisir un rapport entre un signe, quel que soit ce signe, et une idée. Les signes permettent souvent un échange d'idées aussi complet que la parole ou que l'écriture même. C'est ce qui arrive, par exemple, dans le télégraphe de Morse, où les signaux correspondant aux lettres sont tracés par une pointe communiquant avec un électro-aimant qui fait un bruit particulier toutes les fois que la pointe s'arrête sur le papier. L'employé finit par acquérir une habitude telle de ces bruits, qu'il connaît les lettres auxquelles

ils correspondent, et peut ainsi, sans lire la dépêche, et uniquement avec l'oreille, avoir une conversation suivie avec son collègue placé à plusieurs centaines de kilomètres de lui.

Le langage de l'homme des premiers temps fut sans doute uniquement composé de signes et de cris. Chaque conception, chaque besoin, il les traduisit par un bruit, et son langage, comme celui de l'enfant, ne fut guère qu'une série de cris plus ou moins modulés. Ces cris, entendus par d'autres individus, s'associèrent dans leur mémoire aux objets qui les avaient provoqués, et l'homme, naturellement imitateur, à la vue des mêmes objets, répéta les mêmes cris à son tour.

Ainsi dut naître le langage parlé, qui alla en se perfectionnant graduellement chaque jour. Le cri conduisit au chant, qui conduisit au langage articulé, lequel mena à la parole.

L'étude des langues prouve qu'elles dérivent toutes d'un petit nombre de racines, qui se combinèrent ensuite pour former des mots de plus en plus compliqués. Presque toutes les langues de l'Asie occidentale et de l'Europe se ramènent, en dernière analyse, à quelques centaines de racines, véritables corps simples des langues.

Les langues se modifient et se transforment chaque jour; elles sont dans un perpétuel *devenir*. Les mots naissent à mesure des besoins, des connaissances et des idées. Aussitôt qu'une industrie nouvelle, une science nouvelle, une série d'idées nouvelles naissent ou se développent, des mots nouveaux se forment et s'approprient à ces besoins nouveaux. Que de mots inconnus autrefois les progrès des sciences n'ont-ils pas introduits dans les langues depuis deux siècles! L'état d'une langue représente l'état des connaissances et de la civilisation, et varie avec elles. Sans doute, les langues fixées par l'écriture se développent et se transforment lentement, mais elles se développent néanmoins toujours.

Les mots sont donc des signes dont la valeur, loin d'être identique pour tous, varie sans cesse, suivant le temps, les mœurs, le degré de civilisation ou d'instruction, les progrès de l'industrie, etc. Le mot *lumière* rappelle au peintre l'éclat changeant des couleurs; au poëte les beautés de la nature; au physicien les phénomènes de

décomposition, de polarisation et de réflection auxquels elle est sujette; au physiologiste les modifications que fait subir à certaines parties de la rétine un agent inconnu; à l'homme du peuple le brillant soleil ou le gaz de son usine. Les mots *âme*, *esprit*, *conscience*, *nature*, ont eu les sens les plus divers, souvent même les plus opposés, et c'est précisément parce que la plupart des mots ont une valeur si relative qu'il y a tant de difficultés sur une foule de sujets d'arriver à s'entendre.

Langage des animaux. Le langage étant, comme nous l'avons dit, un signe quelconque interprétatif d'un sentiment ou d'un besoin, il est évident que les animaux ont leur langage, car ils se communiquent parfaitement, par leurs cris et leur attitude, les sentiments et les besoins qu'ils éprouvent. J'irai même plus loin en disant que les animaux supérieurs ont un véritable langage articulé, composé, comme celui de l'enfant, de modulations variées et parfaitement expressives. Un chat qui demande qu'on lui ouvre une porte n'a nullement le même cri que quand il demande à manger ou appelle ses petits. L'amitié, la haine, l'inquiétude, la tristesse de la séparation, la joie du retour, le besoin de se concerter contre un ennemi, l'avertissement de le fuir, les animaux peuvent exprimer tout cela. L'observateur qui dit que le perroquet répète sans les comprendre les mots qu'on lui a appris avance une proposition très-souvent inexacte. J'ai longtemps observé, sous mes fenêtres, un perroquet qui, lorsqu'on l'oubliait dans la cour alors qu'il pleuvait, appelait à haute voix son propriétaire en criant qu'il allait être mouillé. Pour effrayer les personnes de sa connaissance, l'intelligent animal savait fort bien se suspendre par une patte à un des barreaux de son perchoir, en répétant plusieurs fois qu'il allait tomber. Jamais je ne lui ai entendu dire qu'il avait déjeuné alors qu'il avait faim, et quand un étranger cherchait dans la cour la concierge absente, il savait fort bien appeler cette dernière et lui dire d'aller dans sa loge. C'est par milliers que l'observateur peut constater des faits de cette sorte.

Les animaux les plus inférieurs ont aussi leur langage; tel est le langage tactile des articulés, les fourmis par exemple, qui, après

s'être touché les antennes, se portent toutes dans une direction déterminée et savent parfaitement se coaliser pour attaquer un camp de fourmis rivales, faire prisonnier un troupeau de pucerons, s'indiquer l'issue d'une boîte dans laquelle on les a renfermées, etc. Il a fallu que l'homme fût aveuglé par une vanité bien grande pour croire que seul entre tous les êtres qui peuplent la surface du globe il avait le privilége de communiquer avec ses semblables pour échanger ses idées et manifester ses besoins.

LIVRE IV.

Relations de l'organisme avec le monde extérieur.

CHAPITRE PREMIER.

LES SENSATIONS.

Les sensations donnent à l'être vivant conscience de son existence. — Origine des sensations. — Condition de leur perception. — Transformation de la sensation en idée. — Stimulants des sens. — Propriété de l'activité des sens de pouvoir être réveillée en dehors de ses stimulants habituels. — Diverses espèces de sensations. — Sensations spéciales et générales. — Sensations associées. — Limite des sensations. — Impossibilité pour les sens de percevoir toutes les qualités des corps. — Transmission des sensations au cerveau. — Souvenir des sensations. — Association inconsciente des sensations. — Importance de ce phénomène; son rôle dans l'instinct et dans l'éducation. — Influence de l'attention sur la perception des sensations. — Explication des phénomènes observés dans le somnambulisme, l'hypnotisme, l'extase, etc. — Hallucinations individuelles et collectives. — Application de la connaissance de ce phénomène à l'explication de certains faits historiques. — Valeur des perceptions fournies par les sens.

L'être vivant doué uniquement des organes que nous avons décrits jusqu'ici ne connaîtrait rien du milieu où il est plongé; il pourrait vivre sans doute d'une vie végétative, mais le monde qu'il habite serait pour lui comme s'il n'existait pas. Ce n'est que grâce aux sensations produites par des organes spéciaux nommés *les sens*, qu'il peut connaître les phénomènes qui l'entourent et avoir conscience de son existence *.

* Nous avons cru utile de faire précéder l'étude des organes des sens d'un chapitre spécial consacré aux sensations. Nous nous sommes efforcé d'apporter la plus grande clarté possible dans ce difficile sujet. C'est une étude que les physiologistes abandonnent généralement aux métaphysiciens; mais, comme le dit Diderot : « Il n'appartient qu'au médecin d'écrire de la métaphysique; lui seul a vu les phénomènes, la machine tranquille ou furieuse, faible ou vigoureuse, saine ou brisée, délirante ou réglée. »

Origine des sensations. Certaines parties du système nerveux ou des tissus qui renferment des éléments nerveux jouissent de la propriété d'être influencées par diverses qualités de la matière que nous nommons lumière, son, odeurs, etc., et de transmettre au cerveau qui la perçoit l'impression qu'elles ont reçue. L'ensemble de ces trois phénomènes, l'*impression d'un sens*, la *transmission de cette impression au cerveau* et sa *perception*, constitue la sensation. Elle exige, ainsi qu'on le voit, un organe percepteur de l'impression, c'est-à-dire un sens comme l'œil ou l'oreille par exemple, un conducteur de cette impression, c'est-à-dire un nerf, et enfin un appareil récepteur, le cerveau. Quand l'impression reçue par le cerveau a été appréciée par lui, elle se transforme en *idée;* c'est à la faculté qui produit cet effet qu'on a donné le nom d'*entendement* ou d'*intelligence*.

Chaque sens a son stimulant spécial qui est sans influence sur les autres sens. La lumière perçue par l'œil est sans action sur l'ouïe; le son le plus intense ne peut impressionner la vue, etc. On peut néanmoins réveiller l'activité des sens en dehors de leurs stimulants habituels. En irritant les nerfs sensitifs, des sensations lumineuses, acoustiques, tactiles, olfactives, etc., sont produites exactement comme elles le seraient par les qualités des corps auxquelles nous donnons les noms de *lumière, son, odeur, etc.* La sensation ne dépend donc pas de l'espèce d'irritant, mais uniquement du sens auquel appartient le nerf irrité. En irritant le nerf optique, nous ne produirons jamais autre chose qu'une sensation de lumière, identique à celle que pourrait produire la lumière elle-même. Chacun sait qu'un coup donné sur l'œil provoque l'apparition d'étincelles brillantes. Les pôles d'une pile placés dans l'oreille produisent une sensation de bruit. Cette possibilité de déterminer dans un sens l'activité qui lui est propre en dehors de son stimulant, nous explique comment, sous l'influence d'excitations cérébrales il peut se manifester dans les organes des sens et en l'absence apparente de tout agent impressionnant, de véritables sensations. C'est à ces sensations, indépendantes des objets extérieurs, qu'on donne le nom de sensations *subjectives*.

Diverses espèces de sensations. L'homme a cinq sens : la *vue*, l'*ouïe*, l'*odorat*, le *goût* et le *toucher*. Ils nous révèlent l'existence des corps extérieurs et nous font percevoir quelques-unes des propriétés que ces corps peuvent manifester, telles que la lumière, le son, l'odeur, la saveur, etc.

Les cinq sens dont nous venons de parler déterminent les sensations dites *spéciales*, parce qu'elles ne peuvent affecter que des sens spéciaux; mais il existe d'autres sensations, dites *générales*, qui ne sont pas localisées et nous avertissent seulement des modifications que subissent les organes qu'elles affectent, sans nous donner des renseignements précis sur la nature des agents qui amènent ces modifications.

Parmi les sensations générales les plus importantes on peut citer : la *sensibilité aux variations de température*, qui nous permet d'apprécier le chaud et le froid; la *sensibilité musculaire*, qui nous donne la notion des mouvements exécutés et le sentiment de la résistance qui se manifeste quand nous essayons de vaincre un obstacle; les sensations de *faim*, de *fatigue*, de *malaise*, de *plaisir*, la sensation du *besoin d'activité des appareils cérébraux* qui préside aux passions, etc. Elles résultent sans doute d'un état particulier du sang qui agit sur les nerfs se rendant aux centres nerveux.

Les sensations se composent d'éléments multiples, qui sont à la sensation perçue ce que le corps simple est aux composés divers qu'étudie la chimie. La sensation du son musical résulte de la combinaison d'une série de sons élémentaires. Il en est de même de la sensation produite par diverses couleurs. Les sensations dont nous avons conscience sont des totaux d'autres sensations, qui, elles-mêmes, peuvent être plus ou moins complexes.

Les sensations spéciales deviennent générales, lorsqu'elles sont très-intenses. Quand, par exemple, la pression exercée sur l'organe du toucher devient trop considérable, la sensation du toucher fait place à celle de la douleur.

Les sensations extérieures déterminent quelquefois une excitation cérébrale assez vive, pour que cette dernière s'irradie dans d'autres parties du cerveau que celles affectées par elles. Il en résulte des sensations identiques à celles que nous éprouverions,

si ces parties étaient directement mises en jeu ; on leur donne habituellement le nom de *sensations associées*. En chatouillant l'intérieur de l'oreille, on produit comme sensation associée un sentiment d'irritation dans le pharynx ; le bruit produit par le passage du diamant sur le verre nous fait frissonner.

Limites des sensations. Comme nous le verrons plus loin, nos sens nous font percevoir, non les qualités réelles des choses, mais uniquement les modifications qu'elles font éprouver aux organes. Grâce aux instruments qui nous ont permis de multiplier la puissance de nos sens, nous savons que la sphère de leur étendue est fort étroite. Nous ne pouvons distinguer les objets trop petits ou situés trop loin. Certains rayons lumineux sont invisibles pour nous, et ce n'est que par des moyens détournés que nous pouvons constater leur présence. Un son trop bas ou un son trop aigu n'est pas perceptible à l'oreille. Les variations de température ne sont perceptibles à nos sens que dans des limites fort étroites. Au-dessus ou au-dessous de ces limites, la sensation produite par le chaud ou le froid se transforme uniformément en douleur.

Il serait téméraire de supposer que le petit nombre de sens que nous possédons nous permet de connaître toutes les qualités des corps. Il est plutôt probable que nous ne connaissons qu'une faible partie de ces qualités ; mais nous ne pouvons pas plus nous faire une idée de celles que nous ne connaissons pas qu'un aveugle ne peut se faire une idée des couleurs ou un sourd des sons. Des propriétés fondamentales des corps, telles que l'état électrique ou magnétique par exemple, ont été ainsi ignorées pendant des milliers d'années, jusqu'au jour où nous avons pu leur donner une forme perceptible à nos sens ou aux instruments destinés à suppléer à leur imperfection.

Transmission des sensations au cerveau. Il est à peu près démontré aujourd'hui que les diverses manifestations de la matière auxquelles nous donnons les noms de chaleur, lumière, son, etc., sont produites par les vibrations des corps. Tous les excitants des sens : lumière, bruit, etc., ne sont donc que des vibrations, et ce n'est évidemment qu'en produisant sur les nerfs une modification quel-

conque transmise par ces derniers au cerveau qu'ils deviennent perceptibles pour nous. Dans l'état actuel de la science, il nous est impossible de comprendre qu'un changement puisse se faire ou se continuer dans l'esprit sans qu'une série de changements correspondants se produise en un point déterminé du système nerveux.

C'est au moyen de nerfs dits *sensitifs*, en rapport d'une part avec les sens et de l'autre avec le cerveau, que se propagent à ce dernier les impressions qui constituent les sensations. Comme nous le verrons en étudiant le système nerveux, il existe dans ce système deux sortes d'éléments, les uns conducteurs de la sensibilité, les autres conducteurs du mouvement. Après que les premiers ont apporté au cerveau la sensation et qu'elle y a été élaborée, le centre nerveux réagit et par l'intermédiaire des nerfs moteurs envoie aux muscles l'excitation nécessaire pour qu'ils puissent se mouvoir. Quand vous approchez un corps brûlant de la peau, le nerf sensitif transmet la sensation, et le nerf moteur envoie ensuite aux muscles l'excitation suffisante pour qu'ils puissent entrer en jeu et retirer la main. Nous avons vu que la propagation de cette action nerveuse est assez lente, puisqu'elle ne dépasse pas 30 mètres par seconde.

Ce sont bien les nerfs qui sont les conducteurs de l'impression ; car, si on les coupe, la transmission des sensations est immédiatement suspendue. La sensation, quelque intense quelle soit, même quand elle arrive à la douleur, n'est plus perçue.

Quant à l'excitation partie du cerveau, elle se transmet bien aussi par les nerfs ; car, lorsqu'on divise les nerfs moteurs, la volonté devient impuissante à mouvoir le membre, qui ressent bien la douleur, mais sans pouvoir effectuer le moindre effort pour s'y soustraire.

Si nous nous demandons maintenant comment il se fait qu'un phénomène matériel se passant dans les fibres nerveuses des organes des sens puisse devenir une idée, un acte dont nous avons conscience, nous devons répondre que la chose est aussi incompréhensible pour nous que le seraient pour un enfant au berceau les lois de la haute algèbre.

C'est là un problème tout à fait au-dessus de notre entendement, et comme le dit très-bien Griesinger, il est fort probable que

« quand même un ange descendrait du ciel pour nous l'expliquer, notre esprit ne serait pas capable de le comprendre. » En présence d'un problème aussi complexe, notre intelligence serait dans le même état que celle de l'enfant dont nous parlions vis-à-vis du professeur le plus habile.

Souvenir des sensations. Les sensations perçues par le cerveau y laissent leur trace, et cette trace évoquée plus tard fait reparaître dans l'esprit la sensation primitive plus ou moins pâlie. C'est à ce phénomène qu'on donne le nom de *mémoire*. Sa puissance varie suivant l'aptitude des cellules cérébrales à conserver plus ou moins l'ébranlement ou la modification que l'impression leur a transmise.

C'est la plus précieuse de nos facultés, car sans elle toutes les autres seraient impossibles. Il suffit d'observer le développement de l'enfant pour comprendre que tous les sens ont besoin d'une éducation, et que c'est seulement grâce au souvenir des sensations antérieures fixées par la mémoire et comparées aux sensations nouvelles, que nous pouvons percevoir ces dernières aussi rapidement et aussi facilement que nous le faisons.

Quand nons voyons un objet, et qu'instantanément nous nous rendons compte de sa couleur, de son volume et de sa forme, c'est que par une opération inconsciente de l'esprit nous comparons la sensation qu'il produit en nous avec d'autres sensations que des objets analogues ont antérieurement produites.

Association inconsciente des sensations. C'est par l'association des sensations transformées en idées et la perception des rapports qui existent entre elles que s'opère le raisonnement. Le plus souvent l'élaboration de ces matériaux de la pensée est complétement inconsciente, et nous en percevons les résultats absolument comme l'ignorant, en poussant les rouages d'une machine à calcul, perçoit seulement la solution du problème qui constitue l'effet final de son savant mécanisme.

Les associations des sensations et d'idées produites sous l'influence de la volonté sont en réalité les moins nombreuses; nous regrettons que la nature de cet ouvrage ne nous permette pas de développer

cette proposition, que nous considérons comme étant d'une haute importance psychologique. Plus l'animal s'élève dans la série des êtres, plus le nombre des associations de sensations et d'idées dont il a conscience s'accroît; mais aussi c'est aux dépens de celles qui sont inconscientes. L'instinct, que l'on ne saurait, je crois, mieux définir qu'en l'appelant un raisonnement inconscient, est d'autant plus parfait que l'animal a moins conscience des opérations de son esprit, et chez l'homme lui-même il diminue en raison des progrès de la civilisation et de l'instruction.

Les opérations inconscientes de l'esprit sont en général si parfaites qu'elles sont souvent bien supérieures par leurs résultats à celles qui sont les plus volontaires et les plus savamment réfléchies.

Notre raisonnement n'est pas assez puissant pour nous permettre de trouver les moyens de nous guider sans boussole sur l'océan, comme le fait l'oiseau qui le traverse et arrive avec une rigoureuse précision à son but; il ne nous permet pas non plus de reconnaître par la vue ou l'odorat seul, comme le font la plupart des animaux, si un aliment nous est utile ou nuisible, et ce n'est que par un calcul profond que les géomètres ont pu résoudre le problème résolu chaque jour par l'abeille, qui, par une opération inconsciente de son esprit, sait qu'entre les diverses formes qu'elle peut donner à son alvéole la forme hexagonale est celle qui lui permet d'utiliser le mieux l'espace dont elle dispose.

C'est sur l'association consciente d'abord, inconsciente ensuite des sensations et des idées que repose l'art difficile de l'éducation. Dans les exercices militaires, par exemple, ce n'est d'abord qu'en faisant la plus grande attention au commandement que la recrue parvient à l'exécuter. Plus tard, le son du commandement seul suffit pour provoquer son exécution d'une façon presque inconsciente. Chacun a pu lire cette histoire, tout à fait vraisemblable, d'un vieux soldat qui laissa involontairement tomber le dîner qu'il tenait entre ses mains, pour exécuter un commandement militaire que lui criait un mauvais plaisant.

L'habitude d'associer certains actes entre eux fait que l'exécution de l'un d'eux suffit pour évoquer immédiatement l'exécution de l'autre. L'écriture et la parole suivent instinctivement la pensée. Le

pianiste suit avec ses doigts sur le piano, dont il ne regarde pas les touches, l'idée musicale dans son esprit. C'est là une loi physiologique que ne devraient jamais oublier les personnes qui élèvent la jeunesse. Si on l'habitue à associer dans son esprit l'idée de dégradation ou de douleur aux actions mauvaises, et celle de bonheur aux actions utiles, l'enfant devenu homme fuira instinctivement les premières et aimera les secondes.

Influence de l'attention sur la perception des sensations. Sans chercher ici à définir l'attention, nous pouvons la considérer comme une force répandue en proportion déterminée dans tous les points du système nerveux, et susceptible, sous l'influence d'un excitant, tel que la volonté par exemple, ou une impression vive, de s'accumuler sur un sens ou sur une faculté, dont elle augmente alors la puissance, mais aux dépens des autres, qui, par suite du retrait de cette force, deviennent plus obtus. L'homme qui examine attentivement un objet ou est plongé dans une méditation profonde n'entend pas les sons qui frappent son oreille et reste quelque temps insensible au contact de la main qui cherche à le rappeler à lui. Le soldat dans le feu du combat ne s'aperçoit souvent pas des blessures qu'il reçoit. Les martyrs sur les bûchers, l'esprit absorbé par la contemplation des images célestes qui remplissaient leur cerveau, étaient insensibles à la douleur.

La plupart des hommes ne possèdent qu'à un faible degré le pouvoir de détourner au profit d'un sens une partie de l'attention répartie sur les autres. Les profonds penseurs, les grands poëtes, les artistes habiles ont seuls cette faculté à un haut degré. Mais l'habitude prise chez eux de concentrer sur un seul sens ou sur une seule faculté la somme d'attention dont ils disposent et qui chez les hommes ordinaires est également répartie, les rend souvent incapables d'exécuter convenablement les choses les plus ordinaires de la vie, et c'est ainsi qu'on peut expliquer, je crois, l'infériorité évidente de tant d'hommes supérieurs sous beaucoup de rapports.

Chez les individus mis dans cet état de sommeil artificiel auquel on a donné le nom d'*hypnotisme*, l'attention qui permettait la perception des sensations pendant l'état de veille se retire complète-

ment des organes des sens. L'individu est inactif d'esprit et inerte de corps ; si alors nous attirons ses idées sur un sujet déterminé, ce que l'on nomme la *suggestion*, il est possible d'accumuler toute son attention sur un seul sens ou sur une seule faculté qui acquiert alors une puissance extrême. Le sujet hypnotisé entend des sons, perçoit des odeurs imperceptibles pour d'autres, et exécute des efforts musculaires dont il serait tout à fait incapable dans son état normal. C'est d'une façon analogue qu'on peut expliquer les faits bien des fois constatés de somnambules se dirigeant sans hésiter ou écrivant nettement dans une obscurité absolue ou du moins qui paraît telle à nos sens normaux. D'une façon analogue peuvent s'expliquer aussi ces faits de malades qui s'expriment correctement dans des langues dont ils connaissent quelques mots à peine, mais qu'ils ont entendu parler. L'attention énergiquement excitée par une stimulation violente d'un point déterminé du cerveau fait réapparaître des souvenirs si faiblement imprimés qu'on pouvait croire qu'ils n'étaient jamais entrés dans la mémoire. On peut comparer, je crois, cette dernière à la plaque photographique sur laquelle se fixe à l'état latent l'objet qui a posé devant elle, quelque courte qu'ait été la pose, et qu'un révélateur suffisamment énergique finit par faire apparaître. Le révélateur qui fait apparaître dans la mémoire les empreintes les plus faiblement imprimées, c'est l'attention lorsqu'il est possible de l'accumuler suffisamment sur elle.

Illusions des sens. Les indications des sens sont bien souvent trompeuses, et se fier d'une façon absolue à leur témoignage, c'est se vouer fatalement à l'erreur. Pour celui qui s'en rapporte au témoignage de ses yeux, le soleil se meut autour de la terre immobile, un bâton plongé dans l'eau semble brisé, l'objet vu à travers un morceau de spath d'Islande paraît doublé. L'intelligence est donc obligée d'intervenir continuellement pour rectifier les perceptions erronées que les sens nous fournissent, et constamment nous sommes dans la nécessité de contrôler un sens par l'autre.

Mais nos sens sont encore la source d'autres erreurs en nous faisant prendre pour la réalité des sensations remémorées devenues tellement vives sous l'influence de la concentration de l'attention

qu'elles produisent un effet aussi intense que la sensation elle-même. Beaucoup d'hommes à l'état de veille peuvent faire reparaître dans leur esprit les objets auxquels ils pensent; pour eux, songer à un objet, c'est le voir. Les grands romanciers et les grands peintres surtout jouissent de cette faculté. Faculté précieuse et en même temps faculté dangereuse, car les images ainsi présentées à l'esprit ne diffèrent de l'hallucination vraie que parce que le sujet sait distinguer leur origine. Mais entre la possibilité de faire apparaître une sensation ou une idée dans l'esprit comme si elle était réelle et l'impuissance de juger si cette sensation ou cette idée est la réalité même ou seulement son image, il n'y a qu'un pas, et ce pas franchi, la folie commence*. Le démon de Socrate, les visions de Jeanne d'Arc, le précipice de Pascal et tant d'exemples analogues

* Le docteur Brière de Boismont cite, entre autres faits qui démontrent bien la justesse de notre proposition, le suivant. Un peintre, héritier de la clientèle de Josué Reynold, n'avait besoin que d'une séance pour exécuter son modèle. Il donnait de sa façon d'opérer la description suivante : «Lorsqu'un modèle se présentait, je le regardais attentivement pendant une demi-heure, esquissant de temps en temps. N'ayant plus, alors, besoin d'une plus longue séance, j'enlevais la toile et passais à une autre personne. Lorsque je voulais continuer le premier portrait, je prenais le modèle dans mon esprit, le mettais sur la chaise, où je l'apercevais aussi distinctement que s'il y eût été en réalité, et je puis même ajouter avec des formes et des couleurs plus arrêtées et plus vives. Je regardais de temps à autre la figure imaginaire et je me mettais à peindre; puis je suspendais mon travail pour examiner la pose, absolument comme si l'original eût été devant moi; toutes les fois que je jetais les yeux sur la chaise, je l'y voyais.»

La perfection avec laquelle ce peintre obtenait la ressemblance de ses modèles et les ennuyeuses séances de pose qu'il leur évitait le rendirent très-populaire, et il amassa rapidement une grande fortune. Mais bientôt il commença à ne plus savoir distinguer les figures imaginaires d'avec les figures réelles, c'est-à-dire, commença à franchir la limite dont nous parlions plus haut. Il en arriva à soutenir aux modèles qu'ils avaient déjà posé la veille. La confusion devint bientôt complète, et on fut obligé de l'enfermer dans une maison de fous, où il resta trente ans.

Cette faculté de voir nettement les objets auxquels on songe est, comme je le disais précédemment, commune chez les peintres, et ce n'est même que lorsqu'elle est poussée fort loin, qu'ils peuvent acquérir une grande habileté dans leur art. Les types qu'ils créent dans leur imagination par association *inconsciente* d'autres types posent ensuite devant eux, comme le ferait le modèle lui-même, et ils n'ont plus qu'à les copier. Ce pouvoir d'*extérioriser* les images intellectuelles, de transformer les phénomènes subjectifs en phénomènes objectifs, paraît pouvoir être produit aussi par diverses substances. C'est du moins ce que j'ai observé dans mes expériences sur la caféine. Sous l'influence de hautes doses de ce composé, les images qui se présentaient à mon esprit ou les sensations auxquelles je songeais étaient bien plus vives et plus nettes qu'à l'état normal.

dont fourmille l'histoire nous prouvent à quel point le génie a des côtés voisins de la folie.

L'hallucination des sens peut exister et persister bien que le sujet ait parfaitement conscience qu'il est le jouet d'une erreur. Les ouvrages spéciaux sont remplis d'exemples de personnes très-intelligentes ayant eu plusieurs fois en plein jour des apparitions d'individus morts ou vivants tellement réels que ce n'était qu'en s'en approchant qu'elles pouvaient se convaincre n'avoir devant les yeux que des créations de leur esprit.

En concentrant toute l'attention dont l'individu dispose sur une idée déterminée ou sur le souvenir d'une sensation, ce qui est très-facile par la suggestion chez le sujet hypnotisé, on fera à volonté passer sous ses yeux les hallucinations les plus variées. Il prendra du vin pour de l'eau, le blanc pour le noir, se croira changé en animal, verra devant lui les être plus étranges. Ce sont des faits qu'ont connu parfaitement — bien qu'ils en ignorassent la cause — les magnétiseurs, les prêtres de l'Orient et les fondateurs de sectes religieuses. En pratique, l'état hypnotique s'obtient par des manœuvres diverses, mais qui toutes ont pour résultat de concentrer l'attention du sujet sur un objet unique un temps plus ou moins long. C'est par des procédés analogues que s'obtenaient l'extase, les rêveries des sorcières du moyen âge et les hallucinations de tous ces martyrs de tant de convictions diverses, tellement confiants dans la réalité de leurs illusions qu'ils supportaient courageusement la mort pour les défendre. Que de milliers de meurtres inutiles eût épargnés à ces graves magistrats du moyen âge qui firent périr sans remords tant de malheureux sur les bûchers, la connaissance des lois de la physiologie ! C'est une lugubre chose que l'histoire, et à ce spectacle de toutes ces changeantes croyances, vérités hier, erreurs aujourd'hui, fantômes de notre esprit, qui ont fait verser tant de sang, le philosophe apprend à devenir indulgent pour les faiblesses humaines.

Les animaux eux-mêmes semblent pouvoir aussi être mis dans cet état particulier de sommeil où l'attention détournée des sens les rend incapables de percevoir les sensations. On hypnotise les poules en les forçant à regarder pendant quelques minutes une

raie noire tracée par terre; l'œil du crapaud fascine la belette ; celui du serpent paralyse momentanément l'oiseau et le rend incapable de chercher à fuir le danger; l'homme lui-même a un pouvoir fascinateur considérable sur les animaux et, bien souvent aussi, sur ses semblables *.

La remémoration de sensations prise pour des sensations réelles, c'est-à-dire l'hallucination, est un phénomène qui, par l'imitation ou sous l'influence d'excitations identiques agissant simultanément sur un grand nombre d'individus dans le même état d'esprit, peut devenir collectif. Ces hallucinations collectives sont de véritables épidémies mentales fort communes dans l'histoire. Les guerriers armés qui apparaissaient dans les airs et combattaient pour les croisés en Orient, les apparitions vues par un grand nombre d'individus et qui entourent de leur auréole mystique le berceau des religions naissantes, en sont des exemples **. Il semble que les ani-

* C'est à la connaissance de ce fait que j'ai dû de pouvoir un jour échapper aux morsures d'un énorme bouledogue extrêmement féroce et rendu plus féroce encore par la poursuite de plusieurs personnes qui voulaient le tuer. Il s'était refugié dans un long corridor où je m'étais engagé, ignorant sa présence. Averti par ses grognements et convaincu que si je reculais l'animal se précipiterait sur moi aussitôt que j'aurais le dos tourné, j'avançai très-lentement vers lui, les yeux fixés sur les siens. Il aboya furieusement d'abord, mais recula à mesure que j'avançais, et, quand je fus près de lui, se laissa caresser sans difficulté.

**Une des plus étranges hallucinations collectives que je connaisse est celle que j'ai entendu récemment rapporter par le docteur Bouland à la *Société de médecine pratique de Paris.* Notre confrère fut invité par un médecin, fort connu par des travaux très-remarquables, mais dont l'état intellectuel donnait depuis quelque temps des inquiétudes à ses amis, à assister à une séance de spiritisme, où devaient être vues des choses destinées à confondre les incrédules les plus obstinés, telles que le transport de meubles dans l'espace, etc. Curieux de voir des expériences aussi étranges, le docteur Bouland se rendit à l'invitation. Le salon était plein de personnes d'extérieur fort convenable, mais toutes depuis longtemps *convaincues.* A un moment donné le silence se fit; le médecin qui avait invité notre confrère lui dit gravement, en lui montrant une énorme pendule de bronze à socle de marbre qui se trouvait sur la cheminée : «Vous voyez cette pendule, eh bien! elle va être transportée par les esprits sur la commode qui se trouve à l'autre extrémité de cette pièce.» Les assistants inclinèrent la tête comme si la chose leur paraissait toute simple, et le docteur Bouland, confondu d'une telle assurance, regardait la pendule en se demandant si réellement ce volumineux bloc allait se mouvoir tout seul. Après quelques passes à sa surface, le docteur X.... fit le geste d'un homme qui suit des yeux un objet traversant l'espace, se dirigea vers la commode, puis, se tournant vers M. Bouland et lui montrant du doigt le point où il était convenu que la pendule irait se poser, s'écria d'un air triomphant : «Nierez-vous maintenant la puissance du spiritisme malheureux incrédule?» Et les

maux eux-mêmes ne soient pas exempts de ces hallucinations collectives, si on en juge par les faits que rapportent divers observateurs, de chevaux de tout un camp brisant simultanément leurs entraves et se sauvant à travers champs en proie à une folle terreur.

Nous voyons par ce qui précède à quel point nos sens nous abusent; l'histoire de leurs illusions serait le long récit de toutes les erreurs de l'humanité. Croire toujours qu'une chose existe parce que des personnes digne de foi l'ont vue ou entendue ou que nous-même l'avons entendue ou vue, c'est bien souvent s'exposer à l'erreur. Comme nous l'avons dit, nous ne percevons jamais les qualités réelles des corps, mais uniquement les modifications qu'ils font éprouver à nos sens. Toutes nos sensations et nos croyances ne sont en dernière analyse que la perception par la conscience des modifications moléculaires de nos organes.

Convaincus de notre ignorance réelle des choses, des philosophes ont soutenu que toutes les propriétés des corps ne sont que des apparences, et pour défendre cette opinion il est facile de donner plus d'une raison.

Quand nous nous coupons le doigt avec une canif, nous savons fort bien que la sensation de douleur est dans nous * et non dans le canif, et personne ne dira que la douleur est une propriété du canif; or, comme il en est exactement de même des diverses sensations de toucher, de couleur, de saveur produites sur nos sens par cet instrument, il s'ensuit qu'en réalité la couleur, la forme, etc., sont uniquement des états de notre conscience et non des propriétés du canif, et si quelques-unes de ces propriétés lui sont par hasard inhérentes, nous n'en pouvons rien dire.

assistants en chœur: «Nierez-vous? Nierez-vous?» La pendule, bien entendu, n'avait pas bougé de sa place, et notre confrère, immobile comme elle, restait frappé de stupeur, ne sachant quelle contenance tenir.

* Elle est en nous, mais quand nous la localisons dans notre doigt, nous sommes encore la dupe d'une illusion: la sensation de douleur n'est pas plus dans le doigt que dans le canif, elle est uniquement dans le cerveau. Si nous coupons, en effet, les nerfs qui font communiquer la peau du doigt avec le cerveau, la douleur est supprimée. Quand nous irritons le nerf sensitif sur un point de son trajet comme, par exemple, quand on comprime le nerf cubital derrière le coude, la sensation est reportée à l'extrémité du doigt, et même après l'amputation du bras, l'irritation des nerfs produit de la douleur à l'extrémité du membre, bien qu'il n'existe plus.

Nous ne connaissons en réalité à aucun corps de propriété telle que nous puissions dire qu'elle est réellement en lui comme nous la percevons, au lieu d'être uniquement dans notre esprit. Telles que nous les connaissons, ces propriétés n'ont rien d'absolu. Elles sont tout à fait relatives et changent sans cesse. Le volume et la densité des corps se modifient constamment avec la température. Leur couleur varie aussi, non-seulement suivant la façon dont ils sont éclairés, mais encore suivant le traitement qu'on leur fait subir : un corps obscur, comme le fer, à une certaine température, devient lumineux à une autre. Leur état solide, liquide ou gazeux ne sont aussi que des états passagers, puisque la plupart des corps peuvent revêtir successivement ces trois formes; leurs réactions chimiques varient aussi incessamment suivant les substances avec lesquelles ils se combinent.

Nos sens ne nous font percevoir en réalité que des rapports; nous savons simplement qu'un corps est lumineux à telle température et obscur à telle autre, qu'il est acide, amer, odorant, sonore, etc., quand on le place dans telle ou telle condition déterminée, c'est-à-dire qu'il fait éprouver à nos nerfs sensitifs telle ou telle modification que nous nommons lumière, son, saveur, etc., et que dans les mêmes conditions, les mêmes sensations seront nécessairement reproduites par les mêmes objets.

Toutes les propriétés des corps ne représentent donc que leur aptitude à se comporter d'une façon déterminée en présence d'autres corps. Quand nous disons qu'un corps est pesant, nous exprimons simplement ce fait qu'il est attiré vers le centre de la terre, mais la pesanteur est une propriété relative qui n'est nullement en lui, car placé dans l'espace à une distance déterminée de notre planète, il ne serait pas plus attiré par elle que par un astre quelconque. Quand nous disons qu'un corps est caractérisé par une propriété chimique, comme la solubilité par exemple, cela indique simplement qu'il se comporte d'une certaine façon vis-à-vis des liquides avec lesquels on le met en contact. Il en est de même de toute autre propriété, comme la couleur par exemple, qui indique simplement l'impression produite sur l'œil. Ces propriétés sont relatives, elles n'expriment que des rapports, et nous ne pouvons pas dire qu'elles

sont inhérentes aux corps auxquels nous les attribuons. Ce sont de vains fantômes, cachant leur nature réelle sous de changeantes apparences et que notre ignorance nous force à définir simplement par l'impression qu'ils produisent sur nos sens. Porter nos investigations plus loin, serait une tentative vaine. La réalité des choses est enveloppée d'un voile épais qui la cachera toujours.

CHAPITRE II.

LA VUE.

§ 1er. *La lumière.* — Production et propagation de la lumière. — Vibration des corps lumineux. — Vitesse de la lumière. — Coloration des corps. — Invisibilité de la lumière. — Couleurs complémentaires. — Contraste simultané des couleurs. — Nombre des vibrations des divers rayons du spectre. — Réfraction de la lumière. — Marche des rayons lumineux dans les lentilles. — Aberrations des lentilles. — § 2. *L'œil.* — Anatomie des diverses parties qui constituent le globe oculaire. — Mouvements du globe oculaire. — Appareil de protection de l'œil et parties accessoires : orbite, paupières et voies lacrymales. — Œil chez les animaux. — § 3. *Mécanisme de la vision.* — Imperfection optique de l'œil. — Théorie de la vision. — Usage des diverses parties de l'œil. — Adaptation de l'œil à la vision à diverses distances. — Mécanisme de l'accommodation. — Aberration des lentilles de l'œil. — Irrégularité de leurs courbures. — Vue droite au moyen d'images renversées. — Parties impressionnables de la rétine. — Perception des couleurs. — Altération de cette faculté chez certains peintres. — Portion insensible de la rétine. — Perception entoptique. — Activité et repos de la rétine. — Persistance des impressions lumineuses. — Images consécutives et par irradiation. — Illusions d'optique fondées sur ce phénomène. — Dimension des objets visibles. — Angle visuel. — Portée de la vue distincte. — Acuité de la vision. — Influence de l'éclairage des objets sur l'acuité de la vision. — Vision avec les deux yeux. — § 4. *Physiologie des troubles de la vision.* — Nature et constatation des troubles visuels. — Essais avec les échelles typographiques. — Ophthalmoscope. — Myopie. — Préjugés répandus au sujet de cette affection. — Causes de sa gravité. — Choix des verres concaves et hygiène de la myopie. — Influence de l'ouverture de la pupille sur la vision des myopes. — Hypermétropie. — Choix des verres dans cette anomalie. — Astigmatisme. — Son influence sur la vision chez les artistes. — Presbytie.

Les ténèbres dans lesquelles les animaux sont plongés dans le sein maternel continueraient pour eux après leur naissance s'ils ne possédaient un sens appelé la *vue*, qui leur fournit, par l'intermédiaire d'un agent spécial susceptible de l'impressionner, nommé la *lumière*, une représentation fidèle du monde où ils vivent.

Nous étudierons successivement dans ce chapitre l'agent physique de la sensation lumineuse, la *lumière;* la structure de l'appareil qui la perçoit, l'*œil*; le mécanisme de la perception lumineuse,

c'est-à-dire la *vision*, et nous terminerons par l'explication physiologique des troubles divers qui peuvent atteindre cette importante fonction.

§ 1er.

LA LUMIÈRE.

Production et propagation de la lumière. On donne le nom de *lumière* à l'agent qui produit sur l'œil les impressions dites *lumineuses*.

Newton admettait que les corps lumineux émettent en tous sens, sous forme de molécules fort ténues, un fluide impondérable doué d'une vitesse considérable, qui produisait, en pénétrant dans l'œil, les sensations lumineuses.

Devant les progrès de la physique moderne, cette hypothèse connue sous le nom d'*hypothèse de l'émission* a dû tomber. Elle est remplacée par une autre, dite des *ondulations*, qui admet que les corps lumineux sont animés d'un mouvement vibratoire excessivement rapide se propageant à l'œil par l'intermédiaire d'un fluide très-subtil que l'on suppose remplir l'espace et que l'on nomme *éther*. Un ébranlement en un point quelconque de ce fluide se transmet en tous sens sous forme d'ondes sphériques, comparables à celles que l'on produit en jetant une pierre dans l'eau.

Les travaux des physiciens actuels tendent à établir entre le son, la chaleur, la lumière, le mouvement et toutes les forces physiques, les plus grandes analogies. Toutes ces forces susceptibles, comme nous l'avons vu, de se transformer les unes dans les autres, sont produites par des vibrations. Dans le son, les vibrations des corps sonores se transmettent à l'oreille par l'intermédiaire de l'air; dans la lumière, cette transmission s'opère par l'intermédiaire du fluide inconnu encore, désigné sous le nom d'*éther*.

Le nombre des vibrations que les corps lumineux exécutent en un temps déterminé est incomparablement supérieur à celui des vibrations des corps sonores. Alors que le son le plus aigu ne dépasse pas 73,000 vibrations par seconde, les vibrations lumineuses les plus lentes que nous puissions percevoir doivent frapper la rétine 452 billions de fois pendant le même temps.

La propagation de la lumière peut être comparée à la marche des ondes sonores produites par la vibration d'un corps dans l'air, ou encore à celle des ondes liquides produites par la chute d'un corps pesant dans l'eau, et les phénomènes observés dans ces divers cas sont identiques. En regardant les ondes qui se propagent à la surface de l'eau, on voit qu'elles peuvent être comparées à des montagnes séparées par des vallées. Bien que la propagation des ondes se fasse dans la même direction, le résultat qu'elles produisent en s'ajoutant entre elles peut être très-variable. Si, par suite de leur vitesse différente, les montagnes des unes se superposent aux vallées des autres, les montagnes doublent de hauteur et les vallées sont deux fois plus profondes. Si, au contraire, les montagnes se superposent aux vallées, les ondes s'annulent réciproquement, et montagnes et vallées disparaissent en même temps. C'est un phénomène connu en physique sous le nom d'*interférences*. Les ondes sonores et lumineuses se comportent comme les ondes liquides : elles se renforcent ou se détruisent suivant leur direction, et, par suite, de la lumière ajoutée à de la lumière peut produire de l'obscurité, et du son ajouté à d'autres sons peut engendrer du silence. Si on fait vibrer deux cordes presque à l'unisson, on obtient d'abord un son d'une intensité double de celle que produirait une seule corde ; puis, à des intervalles réguliers, un silence résultant de la neutralisation des ondes sonores. Même résultat avec la lumière : En projetant sur une feuille de papier, avec deux miroirs pouvant former entre eux un angle variable, la lumière émanée d'un foyer lumineux, nous verrons, suivant la position des surfaces réfléchissantes, les deux lumières s'ajouter ou s'anéantir, et, par suite, certaines parties du papier vivement éclairées ou plongées au contraire dans l'obscurité*. Si, dans ce dernier cas, on place un écran

* L'expérience se fait au moyen d'une source lumineuse très-étroite et de deux petits miroirs placés verticalement l'un à côté de l'autre, de manière à former entre eux un angle très-obtus. L'image qu'ils donnent sur un écran est sillonnée de bandes sombres, produites par l'interférence des ondes lumineuses. De l'intervalle qui sépare les bandes et de la distance à laquelle elles se trouvent du miroir, on déduit, en opérant avec les diverses couleurs du spectre, la longueur des ondes de chacune d'elles. La longueur des ondes étant ainsi déterminée et la vitesse de la lumière étant également connue, on peut, par le calcul, déterminer le nombre de vibrations lumineuses exécutées par chaque couleur en un temps donné.

sur le trajet d'une des lumières, les parties obscures seront illuminées aussitôt par l'autre. L'obscurité était donc bien le résultat de l'addition des faisceaux lumineux, et nous voyons déjà par ces expériences, auxquelles il serait facile d'en ajouter beaucoup d'autres, quel degré de probabilité l'hypothèse des ondulations acquiert.

Les physiciens et les astronomes sont parvenus, par des méthodes fort précises, à déterminer la vitesse de propagation de la lumière. Nous savons maintenant que les ondes lumineuses parcourent 77,000 lieues par seconde. C'est une vitesse considérable si on la compare à celle des divers corps ou agents en mouvement tels que le son, qui ne se propage qu'avec une vitesse de 333 mètres par seconde; le boulet, au sortir du canon, qui ne parcourt que 550 mètres dans un égal espace de temps; la locomotive ou l'oiseau, qui n'en franchissent qu'une trentaine dans le même intervalle. Mais si on la compare à la distance des astres d'où elle émane, nous pouvons dire en réalité qu'elle est minime. Un rayon lumineux parti du soleil ne met que 8 minutes pour arriver de cet astre jusqu'à nous; mais il lui faut 3 ans pour venir de l'étoile la plus rapprochée de notre planète, et des myriades de siècles pour venir d'autres étoiles. Si tous les astres qui scintillent au firmament venaient à être subitement détruits, nous les verrions briller cependant encore bien des années. Les astronomes étudient peut-être aujourd'hui des mondes morts depuis des milliers de siècles. Quand nous regardons, au télescope, un de ces astres si prodigieusement lointains, nous ne le voyons pas tel qu'il est au moment de l'observation, mais tel qu'il était lorsque le rayon lumineux que nous apercevons partit de sa surface. C'est un courrier qui nous donne des nouvelles du lieu d'où il vient, tel qu'il l'a laissé lorsqu'il l'a quitté. Si les habitants des mondes célestes ou des planètes qui gravitent autour d'eux possédaient des instruments assez parfaits pour apercevoir avec tous ses détails la surface de notre globe, ils en verraient les habitants, les villes qui leur servent de demeure, les événements dont elles sont le théâtre, tels qu'ils étaient autrefois et non tels qu'ils sont aujourd'hui. De l'étoile polaire, par exemple, dont la lumière met 50 ans seulement pour venir jusqu'à nous, on verrait se dérouler la chaîne des événements qui se sont passés il y a un

demi-siècle à la surface de notre planète, et qui nous semblent anéantis pour toujours. Un être assez puissant pour se transporter instantanément de monde en monde pourrait revoir à volonté, suivant la distance, les phases diverses de l'histoire des mondes soustraites ainsi par la lumière à l'inflexible main du temps. L'image de notre globe à une heure quelconque de son passé doit être aujourd'hui dans l'espace à la distance précise que depuis cette époque la lumière a pu parcourir.

Coloration des corps. On sait depuis les expériences de Newton que la lumière blanche est composée de rayons diversement colorés. Chacun peut s'en convaincre en faisant passer un rayon solaire à travers un prisme de verre. Les diverses couleurs n'étant pas également déviées par le prisme, sont séparées par lui et forment à leur sortie une longue bande colorée à laquelle on a donné le nom de *spectre solaire*.

On distingue facilement dans le spectre solaire les sept couleurs suivantes : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge. En réunissant ces sept couleurs au moyen d'une lentille convergente ou d'un miroir, on reconstitue au foyer de la lentille ou du miroir le faisceau primitif de lumière blanche, ce qui démontre bien la nature de cette dernière.

La lumière n'est visible pour nous qu'à condition d'être réfléchie par les corps sur lesquels elle tombe. Elle rebondit à leur surface comme la balle élastique lancée contre un mur, en faisant avec la perpendiculaire menée à cette surface un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence. L'œil placé parallèlement au trajet du rayon lumineux ne saurait le percevoir. Si, comme l'a fait Tyndall, on détruit avec un corps chaud les poussières qui peuvent se trouver sur le passage de la lumière et la réfléchir, la source lumineuse la plus intense ne produit d'autre impression sur l'œil que celle d'une obscurité complète. La lumière qui traverse les espaces célestes ne saurait illuminer leurs ténèbres profondes. Par elle-même la lumière est donc absolument invisible ; ce sont uniquement les modifications qu'elle éprouve en présence des corps, que nous pouvons apercevoir.

Les corps qui absorbent toutes les couleurs sans les réfléchir

sont noirs ; ceux qui les réfléchissent toutes sont blancs ; ceux qui ne réfléchissent qu'une partie des rayons lumineux ont précisément la couleur du rayon qu'ils réfléchissent, c'est-à-dire n'absorbent pas. Un corps est rouge, bleu, vert, parce qu'il retient toutes les couleurs sauf le rouge, le bleu, le vert, qu'il ne peut absorber et renvoie à notre œil. Les corps ont donc précisément la couleur qu'ils n'absorbent pas ; les couleurs que nous leurs prêtons ne sont que de vaines apparences ; quand la lumière qui tombe sur eux ne contient qu'une seule teinte, la diversité des couleurs disparaît. Lorsqu'on éclaire avec une lampe à alcool, dont la mèche est imbibée de sel, un appartement contenant des draperies et des fleurs des plus riches couleurs, leur coloration fait immédiatement place à une teinte verdâtre uniforme. La lumière qui tombe sur eux étant simple, ils ne peuvent, en effet, la décomposer pour réfléchir les rayons colorés, et ils se trouvent privés de ces couleurs brillantes qui leur constituent en réalité un véritable manteau d'emprunt.

Toutes les sources lumineuses ne sont pas, comme la lumière solaire, composées de 7 couleurs ; beaucoup n'en ont qu'une ou deux. Une source lumineuse peut du reste être parfaitement blanche sans posséder les 7 couleurs. Avec 2 couleurs du spectre on peut, en effet, produire le blanc.

On a donné le nom de *couleurs complémentaires* à celles qui peuvent se combiner pour former du blanc. Le vert est dit complémentaire du rouge, parce qu'en le combinant avec ce dernier on produit du blanc. C'est un résultat qu'on obtient facilement avec les couleurs du spectre, mais que le peintre, avec sa palette, chercherait vainement à atteindre, parce que les couleurs qu'il emploie ne sont jamais pures ; son rouge réfléchit d'autres couleurs que du rouge, son vert d'autres couleurs que du vert, etc.

D'après les observations de M. Chevreul, chaque couleur tend à colorer de sa couleur complémentaire les couleurs qui l'avoisinent. Si les couleurs juxtaposées contiennent une couleur commune, cette dernière tend à disparaître. Ainsi le rouge mis à côté de l'orangé, dont la couleur complémentaire est le bleu, prend une teinte bleue ; l'orangé perd de son rouge, qui est l'élément commun, et tire sur le jaune. La connaissance de cette loi a eu les plus im-

portantes applications dans la teinture, notamment dans celle des tapisseries, où le nombre des teintes est relativement limité.

Pour produire toutes les couleurs du spectre, il suffit de la combinaison de trois couleurs, le rouge, le vert et le bleu, qu'on désigne pour cette raison sous le nom de *couleurs fondamentales*. Mais si, au lieu d'employer les couleurs du spectre, on se sert des couleurs que l'industrie fabrique, on n'obtient pas les mêmes résultats, par suite de l'impureté des couleurs dont nous avons parlé. Pour les peintres, c'est le jaune, le rouge et le bleu qui constituent les trois couleurs fondamentales.

Les couleurs du spectre solaire visibles pour nous sont-elles les seules qu'il contienne? Nous avons vu combien nos sens sont limités et impuissants à connaître toutes les propriétés des corps quand elles dépassent une certaine étendue. Or, de même que notre oreille ne peut percevoir les sons trop aigus ou trop bas, c'est-à-dire les sons résultant d'un nombre de vibrations supérieur ou inférieur à une certaine limite, notre œil est impuissant aussi à percevoir les vibrations lumineuses dont le nombre s'écarte d'un certain chiffre, et c'est seulement par des moyens détournés qu'il nous est possible de constater leur existence.

Si dans la partie du spectre qui est invisible pour nous on place un corps susceptible de se colorer à la lumière, comme le chlorure d'argent, par exemple, et que nous le voyions se colorer, nous pourrons en conclure qu'il y a dans cet espace de la lumière, obscure, invisible pour nous, mais visible pour lui. Nous pourrions encore rendre perceptibles ces rayons invisibles, en plaçant dans la partie où ils se trouvent un papier recouvert d'une solution de sulfate de quinine, matière tout à fait incolore, mais qui a la propriété de s'illuminer en bleu sous leur influence.

Il est démontré aujourd'hui que les divers rayons élémentaires dont se compose le spectre ont une couleur différente pour une raison analogue à celle qui fait que les sons sont plus aigus ou plus graves, c'est-à-dire parce qu'ils exécutent un nombre plus ou moins grand de vibrations dans un temps donné. De même que pour le son, on est arrivé pour la lumière à déterminer le nombre de ces vibrations. Le spectre solaire est à l'œil, comme le dit Tyndall, ce

que la gamme est à l'oreille. Les différentes couleurs représentent des notes différentes. Les vibrations qui produisent l'impression du rouge sont plus lentes, et les ondes qu'elles engendrent plus étendues que celles qui produisent l'impression du violet. Pour produire l'impression du rouge sur le cerveau, la rétine doit recevoir 452 billions de vibrations lumineuses, c'est-à-dire de chocs par seconde, et pour produire le violet, 785 billions dans le même temps. Les longueurs d'ondes ont dans le rouge 6878 cent-millionièmes de millimètre et dans le violet 3929. Les autres couleurs sont engendrées par des ondes de longueur intermédiaire. Nous avons vu plus haut comment on était arrivé à déterminer ces chiffres. Les rayons invisibles qui se trouvent aux deux extrémités du spectre, c'est-à-dire au delà du violet et du rouge, sont des rayons de tons trop bas ou trop élevés pour être perçus par l'œil, absolument comme il y a des tons musicaux trop aigus ou trop graves pour être entendus.

La chaleur et la lumière sont considérées actuellement par les physiciens comme étant de même nature, mais il ne faudrait pas en conclure cependant que la température d'un corps est toujours proportionnelle à son éclat. Si on place successivement un thermomètre dans le spectre d'une source lumineuse, on le voit s'élever du violet au rouge et continuer à s'élever encore quand on le porte au delà de cette dernière couleur dans la région invisible dont nous avons parlé plus haut. En interposant sur le trajet des rayons lumineux une dissolution d'iode dans du sulfure de carbone, on rend la lumière invisible et on laisse passer seulement les vibrations calorifiques. On peut inversement, avec certaines substances, comme l'alun par exemple, retenir la chaleur et laisser passer seulement la lumière.

Réfraction de la lumière. — Marche des rayons lumineux dans les lentilles. — Lorsque la lumière passe obliquement d'un milieu dans un autre milieu de nature différente, comme, par exemple, de l'air dans l'eau, les rayons lumineux éprouvent une déviation à laquelle on a donné le nom de *réfraction*. C'est elle qui fait paraître brisé le bâton qu'on introduit dans l'eau, qui modifie

la grandeur des objets vus à travers les lentilles, qui produit le mirage, etc.

Représentons par AB (fig. 213) le rayon qui change de milieu et qu'on nomme le *rayon incident*, par BC le rayon qui a changé de

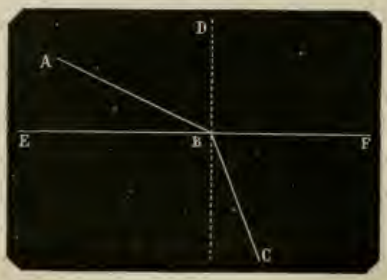


Fig. 213.

direction et qu'on nomme *le rayon réfracté*, et menons une ligne BD perpendiculaire à la surface EF qui sépare les deux milieux. Les

Fig 214. — *Réfraction de la lumière.*

angles que forme cette ligne avec le rayon incident et le rayon réfracté se nomment, le premier l'*angle d'incidence*, le second l'*angle de réfraction*, et suivant que le rayon réfracté s'approche plus ou moins de la perpendiculaire que le rayon incident, on dit que le milieu dans lequel il pénètre est plus ou moins réfringent que celui d'où il sort. En passant d'un milieu moins dense dans

un milieu plus dense, le rayon réfracté se rapproche de la perpendiculaire. Il s'en éloigne quand il passe d'un milieu plus dense dans un milieu moins dense. En passant, par exemple, de l'air dans une lame de verre qui constitue un milieu plus dense, un rayon lumineux CA (fig. 214) se rapproche de la perpendiculaire AB élevée au point d'immersion; mais en sortant du verre pour retourner dans l'air, milieu moins dense, il s'éloigne de la perpendiculaire A'B' élevée au point de sortie.

C'est par suite de la réfraction que les rayons lumineux qui passent à travers les lentilles sont déviés de leur route. On appelle *lentille*, en physique, un milieu transparent compris entre deux sur-

Fig. 215. — *Lentille convexe.*

Fig. 216. — *Lentille concave.*

faces dont une au moins est courbe. Toutes celles usitées dans les instruments d'optique peuvent se ramener à deux types, les *lentilles convexes* (fig. 215) et les *lentilles concaves* (fig. 216), c'est-à-dire les lentilles limitées par des surfaces convexes ou concaves. On nomme aussi les premières *lentilles convergentes* et les secondes *lentilles divergentes*, en raison de leur propriété de concentrer ou de faire diverger les rayons lumineux qui viennent tomber sur elles.

Lorsque des rayons parallèles entre eux, comme par exemple des rayons provenant d'une source lumineuse située à l'infini ou à une grande distance, traversent une lentille convexe, ils vont, après leur réfraction, converger en un point F que l'on nomme *foyer prin-*

cipal de la lentille et qui, dans les lentilles ordinaires, coïncide à peu près avec leur centre de courbure. Une lentille taillée, par exemple,

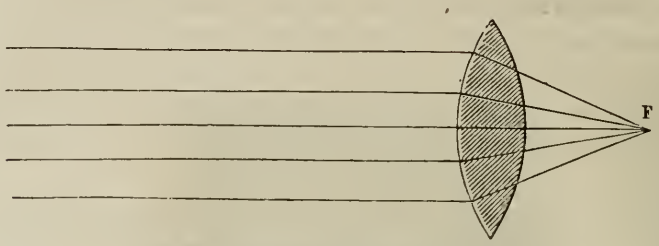


Fig. 217. — *Foyer principal des lentilles convexes.*

dans une sphère convexe de 12 centimètres de rayon aura son foyer principal à une distance de 12 centimètres.

Si la source lumineuse F, tout en n'étant pas à l'infini ou à une grande distance, est cependant plus éloignée de la lentille que ne l'est son foyer principal, les rayons qui en sortent vont converger du côté opposé de la lentille en un point *f* de son axe situé plus loin

Fig. 218. — *Foyer conjugué des lentilles convexes.*

que le foyer principal C et que l'on nomme *foyer conjugué*, parce que sa position est liée à celle du point lumineux.

A mesure que le point lumineux se rapproche de la lentille, le foyer conjugué s'en éloigne, et enfin, quand ce point arrive au foyer principal, les rayons qui sortent de la lentille sont parallèles à son axe et, ne pouvant plus, par suite, se réunir, n'ont pas de foyer.

Si la source lumineuse, se rapprochant toujours, arrive entre le foyer principal et la lentille, les rayons qui en sortent divergent et, pas plus que dans le cas précédent, ne sauraient avoir de foyer. Cependant on admet que leurs prolongements en arrière se réunissent en un point nommé *foyer virtuel*.

Les rayons qui traversent les lentilles *concaves* étant toujours divergents, n'ont pas de foyer réel ; ils n'ont qu'un foyer virtuel, c'est-à-dire formé au point C où se réunissent en arrière les rayons

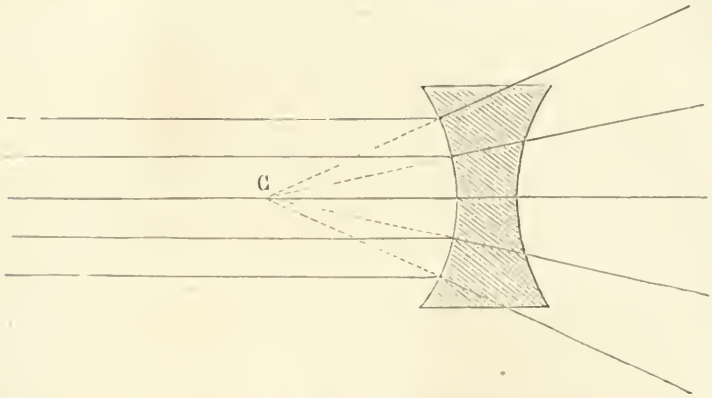


Fig. 219. — *Foyer virtuel des lentilles concaves.*

divergents prolongés. La position de ce foyer virtuel varie, comme dans les lentilles convexes, suivant la position du point lumineux.

Pour connaître la forme des images produites par les lentilles, il n'y a qu'à déterminer la forme de chacun des points de l'objet d'où les rayons lumineux émanent. La figure 220 montre la forma-

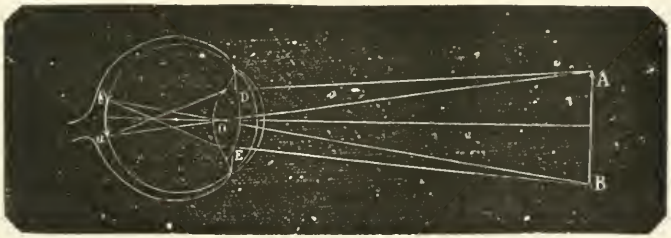


Fig. 220 — *Formation des images à travers les lentilles convexes.*

tion de l'image, à travers une lentille convexe O — le cristallin de l'œil —, d'un objet AB placé au delà du foyer principal. Cet objet forme, comme on le voit, son image de l'autre côté de la lentille aux points *a* et *b* qui sont les foyers conjugués des points A et B. Cette image est renversée et réduite. On dit, en outre, qu'elle est réelle.

car on peut la recevoir sur un écran, ce qui n'a pas lieu pour les images virtuelles. C'est de cette facon que se forment les images dans les chambres noires et dans l'œil.

Si l'objet était en *ab* au lieu d'être en AB, son image irait se former en AB. Au lieu d'être réduite, elle serait amplifiée, et d'autant plus que l'objet serait plus rapproché du foyer principal de la lentille.

Placé au foyer principal, l'objet ne donnerait plus d'image, puisque les rayons qui sortent de la lentille seraient, comme nous l'avons vu, parallèles. Mais placé entre le foyer principal et la lentille, il donnerait, sur le prolongement des rayons divergents, une image virtuelle, droite et plus grande que l'objet. On ne pourrait plus la recevoir sur un écran, mais l'œil placé derrière la lentille la verrait amplifiée. C'est sur ce principe que repose l'emploi des lentilles convexes comme verres grossissants. Le grossissement augmente avec la convexité de la lentille et le rapprochement de l'objet du foyer principal.

Les lentilles concaves ne donnant, comme nous l'avons vu, que des foyers virtuels, ne peuvent fournir que des images virtuelles. Elles sont droites comme les images virtuelles des lentilles convexes; mais, au lieu d'être plus grandes que l'objet, elles sont plus petites.

Aberrations des lentilles. — Les lentilles convexes et concaves, comme celles dont nous venons de parler, présentent deux graves défauts : l'*aberration de sphéricité* et l'aberration de *réfrangibilité* ou *aberration chromatique*, qui font que les images formées à leur foyer ne sont pas nettes sur leurs contours et sont irisées de teintes diverses. *L'aberration de sphéricité* consiste en ce que tous les rayons lumineux émanés de chacun des points de l'objet. au lieu de venir concourir au même foyer, ont, par suite de la courbure de la lentille, des foyers légèrement différents : le foyer des rayons qui frappent la périphérie de la lentille est plus rapproché d'elle que celui des rayons qui frappent sa partie centrale. Les rayons rapprochés de l'axe étant les seuls qui forment leur foyer au même point, il en résulte que les images sont plus ou moins dé-

formées sur leurs bords. La déformation augmente avec la courbure de la lentille. C'est dans les lentilles plan-convexes qu'elle est réduite à son minimum, quand les rayons lumineux, parallèles, pénètrent par sa face courbe. Elle est moindre aussi dans plusieurs lentilles superposées que dans une seule lentille dont la longueur focale serait égale à celle des lentilles réunies.

L'aberration de sphéricité se corrige par diverses combinaisons optiques, dont la plus simple, mais aussi la moins parfaite, bien qu'elle ait été adoptée par la nature dans l'œil, consiste à arrêter les rayons les plus excentriques par un diaphragme, c'est-à-dire par un écran percé d'un trou à son centre. On gagne ainsi en netteté, mais on perd considérablement en éclat.

L'aberration chromatique ou *aberration de réfrangibilité* consiste en ce fait que les lentilles ont, comme les prismes, bien qu'à un degré moindre, la propriété de décomposer la lumière, en sorte qu'elles séparent les rayons lumineux en même temps qu'elles les réfractent. Les couleurs élémentaires dont se compose la lumière blanche étant inégalement réfractées, les foyers de leurs rayons ne se réunissent pas au même point. Le foyer des rayons violets ne coïncide pas, par exemple, avec celui des rayons rouges, et l'image de l'objet placé devant la lentille se trouve alors bordée de franges colorées.

On a cherché longtemps en vain à achromatiser les lentilles, c'est-à-dire à amener au même foyer les rayons de toutes les teintes primitives. Newton croyait le problème impossible; mais il a été résolu de nos jours par l'association de lentilles ayant chacune un pouvoir dispersif différent. Une lentille biconvexe de *flint glass*, cristal très-mou, contenant près de moitié de son poids d'oxyde de plomb et qui a un pouvoir dispersif considérable, s'achromatise avec une lentille biconcave de *crown glass*, verre à base de potasse et de soude très-dur, et qui décompose moins la lumière que le précédent.

Un achromatisme parfait serait fort difficile, car il exigerait une lentille différente pour chacune des sept couleurs du spectre et, par suite, la réunion de sept lentilles. Dans la pratique, on se contente de faire coïncider exactement au même foyer les deux couleurs extrêmes du spectre, c'est-à-dire le violet et le rouge.

§ 2.

L'ŒIL.

L'appareil au moyen duquel s'opère la vision est constitué par un organe essentiel, le *globe oculaire*, situé dans la cavité de l'orbite. Il est entouré d'autres organes destinés à le mouvoir, comme les muscles, ou à le protéger, comme les paupières et les sourcils.

Globe oculaire. Au point de vue physiologique, le globe oculaire est constitué : 1° par un appareil de soutien, la *sclérotique*;

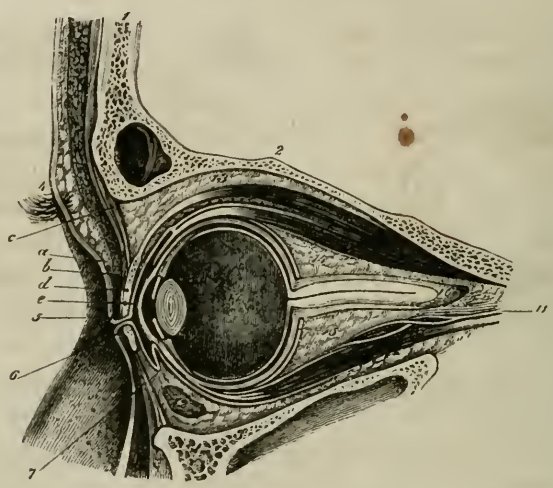


Fig. 221. — *Coupe verticale de l'œil et des parties qui l'environnent.* *

2° par un appareil optique qui comprend la *cornée*, l'*humeur aqueuse*, l'*iris*, le *cristallin*, l'*humeur vitrée*, la *choroïde* et un muscle, le *muscle ciliaire*, destiné à faire varier la courbure du cristallin; 3° par un appareil de perception, la *rétine*.

* 1, 2) Os frontal. — 3) Fond de l'orbite. — 4) Sourcils. — 5, 6) Paupières. — *a*) Peau. — *b*) Muscle orbiculaire. — *c*) Aponévrose palpébrale. — *d*) Tarse. — *e*) Conjonctive palpébrale. — 7) Cul-de-sac conjonctival. — 8) Muscle élévateur de la paupière supérieure. — 9) Muscle droit supérieur. — 10) Droit inférieur. — 11) Branche profonde du nerf moteur oculaire commun. — 12) Muscle oblique inférieur. — 13 et 14) Coussinet graisseux protégeant l'œil. — 15) Aponévrose orbito-oculaire. — 16) Nerf optique. — 17) Globe oculaire

Anatomiquement, le globe oculaire est constitué par 3 membranes et par divers milieux transparents. Ces membranes sont, en allant de l'extérieur à l'intérieur : une membrane fibreuse, la *sclérotique*, transparente à sa partie antérieure, où elle prend le nom de *cornée;* une membrane vasculaire et musculaire, la *choroïde*, qui se continue en avant avec l'iris; une membrane nerveuse, la *rétine*. Les milieux transparents sont, en allant d'avant en arrière : l'*humeur aqueuse*, comprise entre la cornée et le cristallin ; le *cristallin*, lentille transparente comparable aux lentilles des opticiens, et enfin l'*humeur vitrée*.

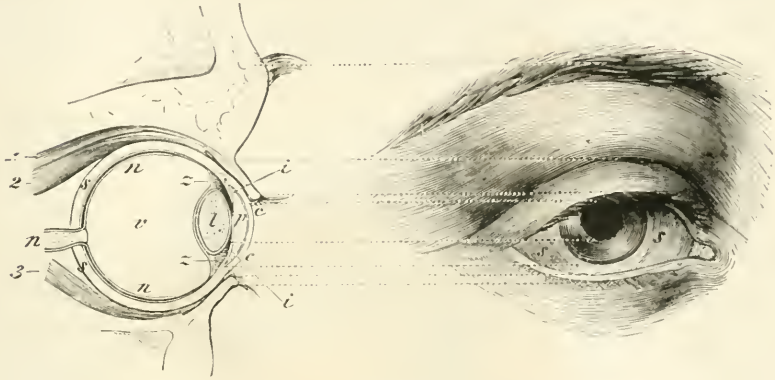


Fig. 222. — *Œil humain vu de face et de profil.**

Le globe oculaire est un sphéroïde irrégulier très-bombé dans sa partie antérieure, où se trouve la cornée. La ligne passant au centre de ce globe et de la cornée a reçu le nom d'*axe de l'œil*. Les points où cet axe coupe la surface du globe ont reçu les noms de *pôles du globe oculaire*. Le plan qui partage le globe de l'œil en deux hémisphères, un antérieur, l'autre postérieur, a reçu le nom d'*équateur de l'œil;* les divers plans menés par l'axe de l'œil sont nommés ses *méridiens*.

Le globe de l'œil reçoit de nombreuses artères qui viennent

* 1) Releveur de la paupière. — 2) Muscle droit supérieur. — 3) Muscle droit inférieur. — *c*, *c*) Cornée. — *i*, *i*) Iris, — *l*) Cristallin. — *n*, *n*) Nerf optique. — *v*) Humeur vitrée. — *s*) Sclérotique, — *z*, *z*) Procès ciliaires.

toutes de l'artère ophthalmique; les veines qui en partent se rendent à la veine du même nom. Les nerfs sont : le nerf optique et les nerfs ciliaires *.

* STRUCTURE DE L'ŒIL.

Le mécanisme de la vision et la physiologie des troubles qui peuvent atteindre cette importante fonction ne pouvant être compris qu'avec une connaissance suffisante de l'anatomie de l'œil, nous croyons utile de résumer la structure de cet organe avec plus de détails que nous ne l'avons fait pour la plupart des autres organes.

Première enveloppe du globe oculaire, sclérotique et cornée. — La *sclérotique* forme l'enveloppe extérieure de l'œil, la partie vulgairement appelée le *blanc* de l'œil. C'est un sphéroïde qui se continue en avant par une portion transparente plus bombée que le reste de la sphère dont elle fait partie et nommée la *cornée*.

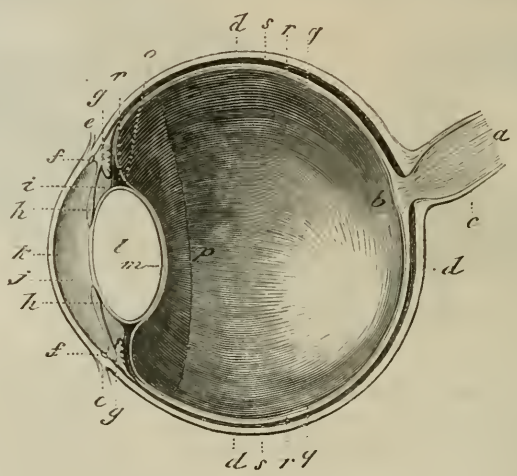


Fig. 223. — *Coupe du globe oculaire.**

La sclérotique et la cornée forment à l'œil une enveloppe close de toute part et perforée seulement pour le passage des nerfs et des vaisseaux.

C'est une membrane fibreuse composée de fibres cellulaires et élastiques. Elle se

* *a*) Nerf optique. — *b*) Extrémité intra-oculaire de ce nerf ou papille du nerf optique. — *c*) Gaine du nerf optique. — *d*) Sclérotique. — *e*, *e*) Conjonctive. — *f*, *g*) Procès ciliaires. — *h*) Iris. — *i*) Espace qu'on supposait autrefois exister entre l'iris et le cristallin et auquel on donnait le nom de *chambre postérieure*. — *j*) Chambre antérieure de l'œil, remplie par l'humeur aqueuse. — *k*) Cornée. — *l*) Cristallin. — *m*) Capsule du cristallin. — *n*) Canal de Petit. — *o*) Membrane hyaloïde formant la paroi postérieure du canal précédent. — *p*) Zone de Zinn. — *q*) Membrane hyaloïde. — *r*) Rétine. — *s*) Choroïde.

prolonge en arrière sur le nerf optique. Dans le voisinage de ce nerf, son épaisseur est de 1mm,25. Elle s'amincit en avant vers la cornée et finit par n'avoir que 4/10 de millimètre. On ne lui connaît pas de nerfs. Ses vaisseaux, en petit nombre, viennent des vaisseaux ciliaires. Elle est recouverte en avant d'une membrane muqueuse, riche en vaisseaux, la *conjonctive*, que nous décrirons en parlant des paupières.

La *cornée* est, comme nous l'avons dit, la continuation de la sclérotique, dont elle a la structure. Sa plus grande épaisseur est de 1mm,12 sur sa périphérie, et de 0mm,9 à son centre. Elle est baignée par l'humeur aqueuse. Malgré son homogénéité, on y distingue trois couches : la première, formée d'un épithélium pavimenteux, continuation de celui de la conjonctive; la deuxième, qui est une couche de tissu fibreux ; la troisième, une lame élastique tapissée elle-même d'un épithélium.

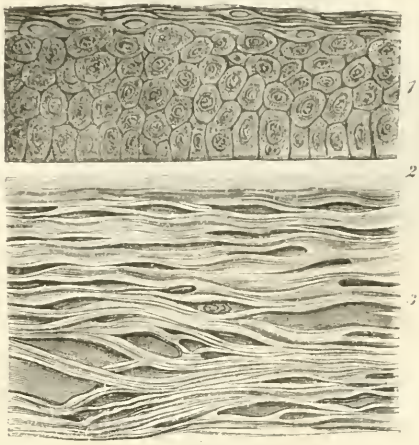


Fig. 224. — *Coupe de la surface de la cornée.** (Grossie 400 fois.)

Bien que la cornée n'ait pas de vaisseaux propres et ne se nourrisse que par les liquides que sécrètent les vaisseaux qui l'entourent, elle possède une vitalité considérable et ses pertes de substance se réparent très-vite.

La cornée semble se laisser facilement traverser par les liquides en contact avec elle. Si on instille dans l'œil d'un chien une solution d'atropine, substance qui jouit, comme on le sait, de la propriété de dilater la pupille, et qu'on place ensuite une goutte de l'humeur aqueuse extraite de cet œil dans l'œil d'un autre chien, on voit la pupille de ce dernier se dilater, ce qui prouve que ce liquide contenait bien de l'atropine. On pourrait cependant admettre que l'absorption a eu lieu par les vaisseaux de la muqueuse de la conjonctive.

La cornée reçoit des nerfs nombreux venus des nerfs ciliaires, qui perdent, en y entrant, leur enveloppe et sont réduits à leur partie centrale transparente. Ils y forment, par leur division, des filets très-nombreux qui donnent à cette partie de l'œil

* 1) Épithélium. — 2) Tissu de la cornée. — 3) Portions de ce tissu, étirées pour laisser voir les parties dont il se compose.

son extrême sensibilité. La cornée peut être considérée, en effet, comme la partie la plus sensible de tout le corps.

Deuxième enveloppe du globe oculaire, choroïde, corps ciliaire et iris. — La deuxième enveloppe des milieux de l'œil est constituée par la choroïde, qui est appliquée contre la sclérotique et se continue en avant avec le corps ciliaire et l'iris, qui n'en sont que des dépendances. C'est une membrane vasculaire de couleur noire, d'une épaisseur de 5 à 7 dixièmes de millimètre, constituée par quatre couches:

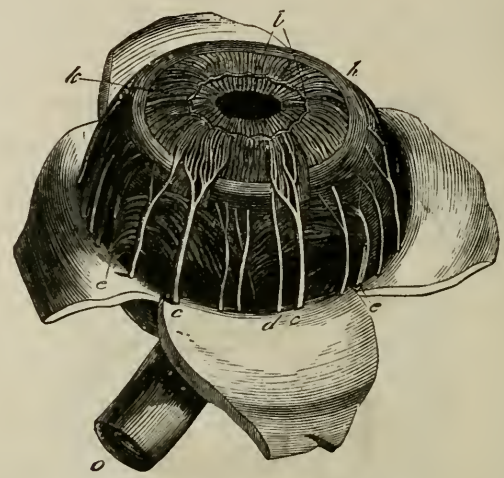


Fig. 225. — *Choroïde et iris mis à nu par le dépouillement partiel de la sclérotique.**

la plus externe — *couche pigmentaire externe* — en rapport avec la sclérotique, composée de fibres cellulaires et élastiques, mélangées de cellules pigmentaires; la seconde — *couche vasculaire* — composée de gros vaisseaux logés au milieu d'un tissu homogène élastique; la troisième — *couche chorio-capillaire* — formée par une couche de capillaires réunis en réseau très-serré; la quatrième — *couche pigmentaire interne* — formée par une fine pellicule élastique, munie, sur la face qui touche la rétine, d'une couche épithéliale composée de cellules riches en un pigment très-foncé. Elle sert de base aux bâtonnets de la rétine.

En arrière, la choroïde se termine par un mince anneau élastique entourant le nerf optique. En avant, elle se continue avec le corps ciliaire, qui est formé de deux parties, l'une externe, le *muscle ciliaire;* l'autre interne, les *procès ciliaires.*

Le *muscle ciliaire*, nommé aussi *muscle tenseur de la choroïde*, est un anneau composé de fibres de direction différente; les plus externes, parallèles à la sclérotique, se perdent dans l'épaisseur de la couche vasculaire de la choroïde; les plus internes sont circulaires. Il sert, comme nous le verrons en parlant de l'accommodation, à faire varier la courbure du cristallin.

* *c, c, d)* Nerfs ciliaires se ramifiant dans l'iris. — *c, c)* Vaisseaux de la choroïde. — *h)* Muscle ciliaire. — *k)* Iris. — *o)* Nerf optique.

Les *procès ciliaires* sont des replis de la choroïde, au nombre de 70 à 72, situés à la face interne du muscle ciliaire. Ils forment, par leur réunion autour du cristallin, une sorte de couronne appelée *couronne ciliaire*.

La choroïde se termine en avant par l'*iris*, qui prend naissance au point de jonction de la sclérotique avec la cornée. C'est un anneau de largeur variable, dont la partie centrale constitue ce trou noir auquel on a donné le nom de *pupille* ou *prunelle*. Il est appliqué contre la surface antérieure du cristallin. On croyait autrefois qu'il existait entre eux un espace auquel on donnait le nom de *chambre postérieure*. C'est l'iris qui, par sa coloration, donne aux yeux leur couleur caractéristique.

L'iris est composé de tissu cellulaire et de fibres musculaires. Parmi ces dernières, les unes, circulaires concentriques, entourent sa petite circonférence, autour de laquelle elles forment un anneau constricteur; les autres, formées de fibres radiées, vont du bord ciliaire au bord pupillaire, de façon à constituer un muscle dilatateur. Suivant que, sous l'influence d'excitants divers, les fibres circulaires ou les fibres radiées se contractent, la pupille se rétrécit ou s'élargit. La fève de Calabar, la strychnine, la grande lumière, etc., rétrécissent l'ouverture de la pupille; la belladone, l'obscurité, etc., ont, au contraire, pour résultat de l'élargir.

La *choroïde*, le *corps ciliaire* et l'*iris* reçoivent leur sang artériel des artères ci-

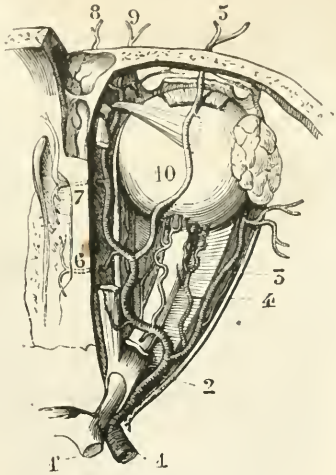


Fig. 226. — *Artères de l'orbite.**

liaires, branches de l'ophthalmique. On les divise en *ciliaires courtes postérieures*, *ciliaires longues postérieures*, et *artères ciliaires antérieures;* les premières viennent directement du tronc de l'ophthalmique; les deux dernières, des branches musculaires nées de la même artère.

Toutes les veines de l'iris se jettent dans les veines de la choroïde, qui elles-mêmes

* 1) Carotide interne. — 2) Artère ophthalmique. — 3) Artère lacrymale. — 4) Artères ciliaires postérieures. — 5) Artère sus-orbitaire. — 6 et 7) Artères ethmoïdales postérieures. — 8 et 9) Terminaisons de l'artère nasale. — 10) Globe oculaire.

se jettent dans la veine ophthalmique au niveau des procès ciliaires. Ces veines dé-

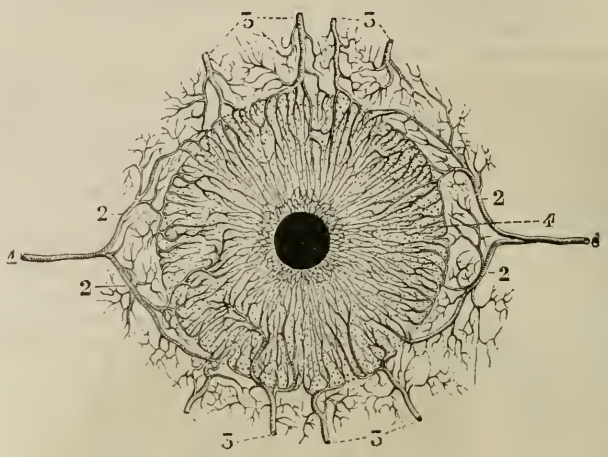


Fig. 227. — *Vaisseaux de l'iris.* *

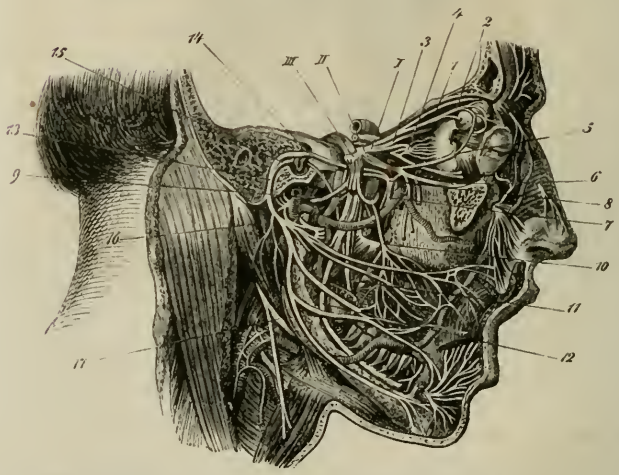


Fig. 228. — *Nerfs de l'œil et des régions voisines.* **

* 1, 1) Artères ciliaires longues postérieures. — 2, 2) Leurs branches de bifurcation. — 3, 3) Artères ciliaires antérieures, formant avec les précédentes le grand cercle artériel de l'iris. — 4) Petit cercle artériel de l'iris.

** I) Nerf ophthalmique. — 1) Nerf frontal. — 2) Nerf lacrymal. — 3) Nerf naso-ciliaire. — 4) Ganglion ophthalmique. On voit les nerfs ciliaires en avant. — II) Nerf maxillaire supérieur. — 5, 6, 7, 8) Divisions du nerf précédent. — III) Nerf maxillaire inférieur. — 9 à 17) Divisions du nerf précédent. — Tous les nerfs représentés sur cette figure viennent du trijumeau, dont les trois branches principales sont indiquées par les chiffres I, II, III.

crivent des arcades flexueuses anastomosées entre elles, qui constituent un plexus veineux entourant la grande circonférence de l'iris.

Les nerfs de la choroïde, du corps ciliaire et de l'iris viennent du ganglion ophthalmique.

Troisième enveloppe de l'œil. — Nerf optique et rétine. — La rétine est une membrane mince presque transparente, placée entre le corps vitré et la choroïde, avec laquelle elle adhère légèrement par contact. Elle est formée par l'épanouissement du nerf optique. Le point correspondant à l'entrée de ce nerf dans l'œil est visible à l'ophthalmoscope sous forme d'une tache blanche de $1^{mm},5$ de diamètre, nommée *papille optique*.

Le nerf optique reçoit une artère venue de l'artère ophthalmique, qui pénètre ses enveloppes à 1 centimètre de la sclérotique, arrive à sa partie centrale et chemine dans

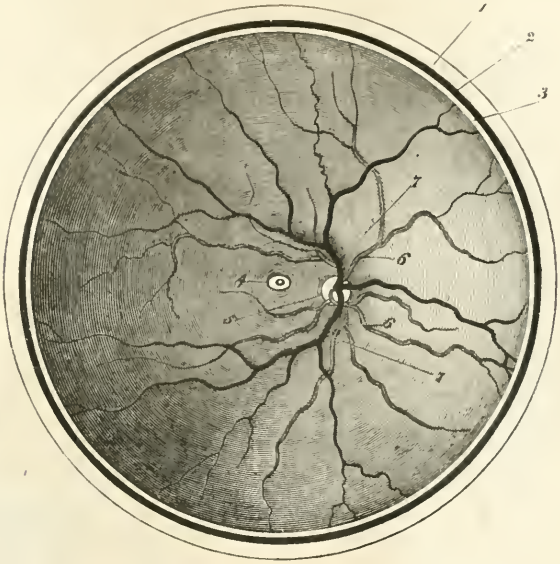


Fig. 229. — *Le fond de l'œil, grossi.**

son axe jusqu'au point où ce nerf pénètre dans le fond de l'œil et s'épanouit pour former la rétine. Cette artère se divise alors en deux branches, qui se subdivisent elles-mêmes en deux autres d'où naissent plusieurs ramifications destinées à toutes les couches de la rétine. Elles sont accompagnées par des veines qui suivent la même voie et sortent de l'œil par le nerf optique. Beaucoup d'animaux, tels que les reptiles et les oiseaux, n'ont pas de vaisseaux visibles dans la rétine.

La *rétine* est une membrane formée, comme nous venons de le dire, par l'épanouissement du nerf optique. Elle tapisse tout l'intérieur de l'œil, jusqu'à la zone de

* 1) Sclérotique. — 2) Choroïde. — 3) Rétine. — 4) Tache jaune. — 5) Pupille optique. — 6, 6) Artères de la rétine. — 7, 7) Veines de la rétine.

Zinn. D'une épaisseur de quatre dixièmes de millimètre à son centre, elle s'amincit progressivement jusqu'à n'avoir plus que un dixième de millimètre. Elle est cons-

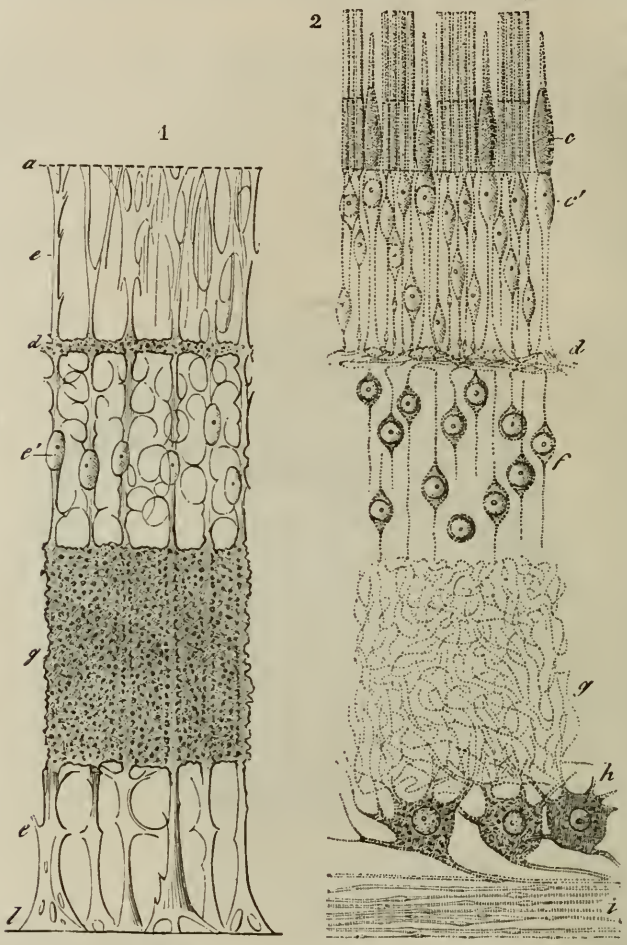


Fig. 230. Fig. 231.

Structure microscopique de la rétine.

Fig. 230. *Éléments cellulaires servant d'appui aux éléments nerveux de la rétine.* — *e*, *l*) Membrane limitante, couche la plus interne de la rétine. Elle touche le corps vitré. — Les autres couches, *g*, e, *d*, e, *a*, correspondent aux éléments nerveux figurés sur la figure placée à droite. — Destiné à servir de support aux éléments nerveux, le tissu cellulaire prend des formes variables, suivant la nature de ces éléments. Il se creuse de cavités dans les endroits où les éléments nerveux sont globuleux, et forme des réseaux dans les parties où la substance nerveuse fait défaut.

Fig. 231. *Éléments nerveux de la rétine.* — *c*, c') Couche des cônes et des bâtonnets. — *d*, *f*) Couche granuleuse externe. — *g*) Couche des fibrilles. — *h*) Couche des ganglions. — *i*) Couche des fibres nerveuses.

tituée par des éléments nerveux et cellulaires intimement combinés qui forment cinq couches.

La *première*, c'est-à-dire la plus superficielle, est constituée par des éléments nerveux en forme de fibres allongées, auxquels on a donné les noms de *bâtonnets* et de *cônes*, en raison de leur forme. Ils forment le véritable organe de perception de la lumière. Suivant Schultz, les cônes serviraient à la perception des diverses couleurs et les bâtonnets à la perception de la lumière en général. Les premiers manquent chez les animaux nocturnes. La partie la plus sensible de la rétine, la tache jaune, n'a que des cônes. — La *seconde* couche de la rétine est la *couche granuleuse externe*, composée de granulations traversées perpendiculairement par les fibres qui portent les bâtonnets et les cônes. — La *troisième*, dite des *fibrilles*, est composée d'un réseau de filets nerveux très-fins. — La *quatrième* est la *couche des ganglions;* ses prolongements se continuent dans la précédente et la suivante. — La *cinquième* est la *couche des fibres nerveuses* du nerf optique. Du tissu cellulaire sert de soutien et d'appui aux éléments nerveux des diverses couches précédentes.

L'amincissement de la rétine du centre à sa périphérie porte d'abord sur tous ses éléments; mais à partir de l'équateur la couche granuleuse et celle des cellules ganglionnaires disparaissent, puis celle des bâtonnets, et enfin la rétine ne contient plus que des éléments cellulaires.

Au centre de la rétine se trouve une partie très-importante — car sans elle la vision directe serait impossible — nommée *macula lutea* ou *tache jaune*, de un millimètre de diamètre environ, formée par une dépression de la rétine. Les bâtonnets y sont remplacés par des cônes.

Les vaisseaux de la rétine proviennent, comme nous l'avons dit, de l'artère centrale du nerf optique.

Milieux transparents de l'œil. — Les milieux transparents de l'œil sont la *cornée*, la *sclérotique*, l'*humeur aqueuse*, le *cristallin*, le *corps vitré*.

L'*humeur aqueuse* remplit la chambre antérieure de l'œil, c'est-à-dire la cavité comprise entre la cornée et l'iris. C'est un liquide très-fluide, très-transparent, équivalent pour sa quantité à sept ou huit gouttes. Il est exhalé par la partie la plus interne de la cornée et se renouvelle immédiatement après avoir été évacué par une piqûre.

Le *cristallin* est un corps transparent en forme de lentille biconvexe situé entre l'iris et le corps vitré, dans lequel il est enchâssé comme un diamant dans son chaton. Il est renfermé dans une capsule d'un centième de millimètre d'épaisseur, — capsule du cristallin ou tunique cristalloïde, — transparente, vitreuse, élastique, qui s'insère à la zone de Zinn par sa circonférence, et maintient ainsi en place le cristallin.

Le cristallin est constitué par la réunion de fibres prismatiques allongées (fibres du cristallin), qui sont de véritables tubes pleins d'un liquide visqueux. Comme elles sont plus solidement unies entre elles dans le sens transversal que dans le sens de leur épaisseur, le cristallin se sépare facilement en feuillets emboîtés comme les couches d'un oignon.

Les fibres du centre du cristallin vont directement d'un pôle à l'autre de cet organe; celles qui les entourent suivent la même direction en décrivant dans le plan des méridiens des arcades circulaires d'autant plus recourbées qu'elles s'approchent davantage de la circonférence. Elles suivent la direction des rayons du cristallin et se recourbent bientôt en anse pour gagner la face opposée.

Lorsque le cristallin est traité avec des réactifs convenables, chacune de ses faces prend l'aspect d'une étoile ayant généralement trois rayons, et qui se sépare bientôt en segments triangulaires, dont la base répond à la circonférence de la lentille. Cette

transformation tient à la disposition des fibres, qui sont toutes de même longueur, mais ne partent pas de la même hauteur et ont leurs extrémités situées sur une ligne droite dans la direction des rayons. C'est sur cette ligne que la séparation en segments s'opère.

Le *corps vitré* est une substance demi-liquide qui remplit toute la cavité du globe oculaire, depuis la face postérieure du cristallin jusqu'à la rétine. Il est constitué par un liquide gélatineux parfaitement transparent et homogène renfermé dans une membrane très-fine nommée *membrane hyaloïde*. Plusieurs auteurs pensent que cette membrane envoie dans son intérieur des prolongements qui s'entre-croisent de façon à circonscrire de petites cavités, dans lesquelles serait emprisonné le liquide.

A sa partie antérieure, la membrane hyaloïde se dédouble; un de ses dédoublements passe devant le cristallin; l'autre, derrière. Ce dernier a reçu le nom de *zone de Zinn;* il se soude aux procès ciliaires dont il suit les replis, tandis que le premier se soude à la capsule du cristallin. L'espace triangulaire compris dans l'intervalle qui sépare ces dédoublements forme autour du cristallin un anneau facile à insuffler, connu sous le nom de *canal de Petit.*

La zone de Zinn fixe le cristallin dans la place qui lui est assignée. Elle joue à son égard le rôle d'un ligament suspenseur. Le canal de Petit isole le cristallin et lui permet de se prêter à tous les mouvements que lui communique le muscle ciliaire.

Le corps vitré n'a ni vaisseaux ni nerfs; il emprunte ses matériaux de nutrition aux membranes avec lesquelles il est en rapport.

Mouvements du globe oculaire. — Le globe de l'œil est une sphère en équilibre dans la cavité de l'orbite. Cette sphère est munie de muscles destinés à la faire tourner autour d'un centre fixe.

Six muscles sont chargés d'imprimer à l'œil ses mouvements; ce sont : le *droit supérieur*, le *droit inférieur*, le *droit interne*, le *droit externe*, le *grand oblique* ou *oblique supérieur*, et le *petit oblique* ou *oblique inférieur.*

Les quatre *muscles droits* naissent du fond de l'orbite sur l'anneau fibreux qui entoure le nerf optique et vont s'insérer en avant sur les quatre points cardinaux de la sclérotique. L'*oblique supérieur*, venu comme les précédents du fond de l'orbite, se dirige en avant, s'amincit en un tendon qui passe sur la poulie de l'orbite et va s'insérer au côté externe de la partie postérieure du globe oculaire. L'*oblique inférieur* naît de la partie interne et antérieure du plancher orbitaire et va s'insérer sur la sclérotique, près de l'oblique supérieur.

Les muscles précédents sont partiellement recouverts d'une gaîne aponévrotique formée par le prolongement d'une aponévrose orbito-oculaire qui est étalée sur les parois de l'orbite et dans laquelle l'œil est enveloppé comme le gland du chêne dans sa capsule. Quand les tendons du muscle traversent cette enveloppe, elle se prolonge sur eux et leur forme une gaîne qui se continue sur leur partie charnue.

Tous les mouvements de l'œil ont pour axe un de ses diamètres. Ces mouvements peuvent se rapporter à trois directions, qui sont, relativement au centre de la cornée, l'*élévation* et l'*abaissement*, produits par la rotation de l'œil autour de son diamètre transversal, l'*adduction* et l'*abduction*, qui ont lieu autour d'un diamètre vertical, la *rotation* en dedans ou en dehors, qui se fait autour d'un axe antéro-postérieur.

Quand l'œil est dirigé en avant, le droit interne peut le tourner horizontalement en dedans, le droit externe en dehors, le droit supérieur en haut et en dedans, le droit inférieur en bas et en dedans, l'oblique supérieur en bas et en dehors, l'oblique inférieur en haut et en dehors.

Les muscles précédents peuvent combiner leur action. Longet résume de la façon suivante les recherches de Donders sur ce point :

« 1° Lorsqu'on dirige le regard dans le plan du méridien horizontal, tous les muscles sont équilibrés et le méridien vertical reste perpendiculaire à l'horizon. Si les yeux se dirigent en dehors ou en dedans, toujours dans le plan horizontal, les muscles droits externe ou interne se contractent, et la direction du méridien vertical ne change pas.

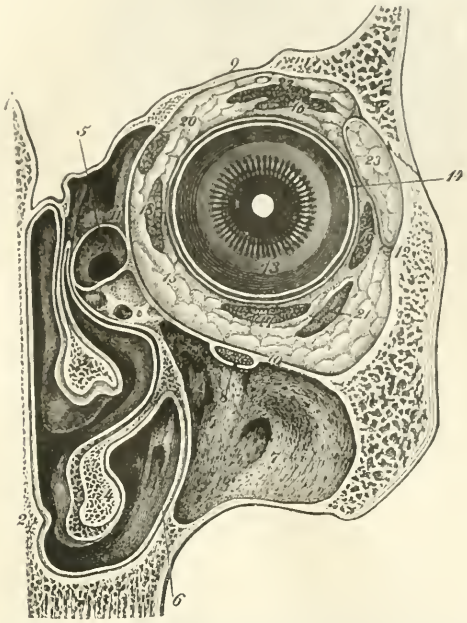


Fig. 232. — *Coupe de l'orbite et de son contenu parallèle à l'équateur de l'œil.**
(Vue en arrière.)

« 2° Dans la direction verticale du regard, en haut ou en bas, le méridien vertical reste vertical ; il y a donc action simultanée du droit supérieur et du petit oblique, lorsque le regard est porté verticalement en haut, et du droit inférieur et du grand oblique, quand le regard est dirigé verticalement en bas.

« 3° Si les yeux se dirigent obliquement en *haut* et à *gauche*, les méridiens verticaux des deux yeux sont inclinés parallèlement de gauche à droite, celui de l'œil gauche en dehors et celui de l'œil droit en dedans. Le mouvement de l'œil gauche en haut et à gauche ou en dehors nécessite la contraction des droits supérieur, externe et petit oblique. Quant à l'œil droit, incliné aussi en haut et à gauche, c'est-

* 1) Apophyse crista-galli. — 2) Ethmoïde. — 3) Cornet moyen. — 4) Cornet supérieur. — 5) Cellule de l'ethmoïde. — 6) Orifice inférieur du sac lacrymal. — 7) Sinus maxillaire. — 8, 9, 10, 11, 12) Parois de l'orbite. — 13) Intérieur de l'œil vu en arrière. On voit au milieu la pupille et l'iris entourés de la couronne ciliaire. — 14) Aponévrose orbito-oculaire. — 15) Couche graisseuse. — 16) Coupe du muscle droit supérieur. — 17) Droit inférieur. — 18) Droit interne. — 19) Droit externe. — 20) Oblique supérieur. — 21) Oblique inférieur. — 22) Élévateur de la paupière inférieure. — 23) Coupe de la glande lacrymale.

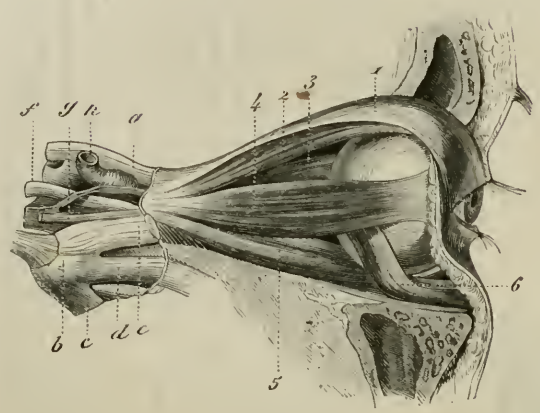


Fig. 233
Muscles moteurs du globe oculaire et de la paupière supérieure. *

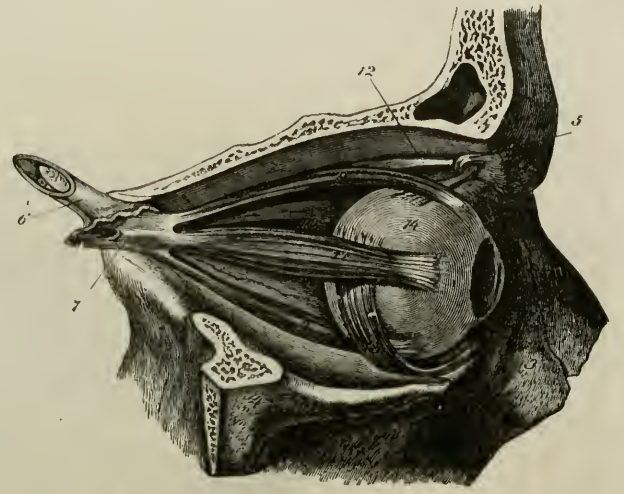


Fig. 234. — *Muscles moteurs du globe oculaire.* **
(La partie latérale de l'orbite et le muscle élévateur de la paupière supérieure ont été enlevés.)

* 1) Élévateur de la paupière supérieure. — 2) Droit supérieur. — 3) Droit interne. — 4) Droit externe. — 5) Droit inférieur. — 6) Oblique inférieur. — *a*) Nerf optique. — *b*) Ganglion de Gaser. — *c*) Nerf maxillaire inférieur. — *d*) Nerf maxillaire supérieur. — *e*) Branche ophthalmique de Willis. — *f*) Nerf moteur oculaire commun. — *g*) Nerf pathétique. — *h*) Artère carotide.

** 1) Os frontal. — 2) Os nasal. — 3) Os maxillaire. — 4) Os malaire. — 5) Poulie de réflexion de l'oblique supérieur. — 6) Enveloppe du nerf optique. — 7) Anneau fibreux, tendon d'origine des muscles de l'œil. — 8) Muscle droit supérieur. — 9) Droit inférieur. — 10) Droit interne. — 11) Droit externe. — 12) Oblique supérieur. — 13) Oblique inferieur. — 14) Globe oculaire.

à-dire en dedans, il se meut sous l'influence simultanée des muscles droits supérieur, interne et petit oblique.

« 4° Lorsque le regard se dirige en *haut* et à *droite*, les méridiens verticaux des yeux restent parallèles et sont inclinés à droite, celui de l'œil droit en dehors et celui de l'œil gauche en dedans. L'œil droit est porté en haut et en dehors sous l'influence de l'action des muscles droits supérieur, externe et petit oblique, et l'œil gauche est incliné en haut et en dedans par les muscles droits supérieur, interne et par le petit oblique.

« Ainsi, quand on regarde en haut et à droite ou à gauche, il y a toujours contraction simultanée des muscles droit supérieur et petit oblique; contraction à laquelle s'ajoute l'action des droits interne ou externe, selon les yeux et la direction du regard.

« 5° Lorsque le regard s'incline en *bas* et à *gauche*, les méridiens sont inclinés parallèlement à droite, celui de l'œil gauche en dedans, celui de l'œil droit en dehors. L'œil gauche est dirigé par l'action des droits inférieur, externe et grand oblique. L'œil droit reçoit son impulsion des muscles droits inférieur, interne et grand oblique.

« 6° Enfin, dans la direction oblique du regard en *bas* et à *droite*, les méridiens sont inclinés parallèlement à gauche, celui de l'œil droit en dedans et celui de l'œil gauche en dehors; l'œil gauche est mû par les droits inférieur, interne et le grand oblique; l'œil droit, par les muscles droits inférieur, externe et grand oblique.

« On conçoit encore ici que dans le regard en bas et à droite ou à gauche, l'action simultanée des muscles droit inférieur et grand oblique s'associe, selon les yeux et suivant leur direction, avec celles des muscles droits interne et externe. »

Quand il y a défaut d'équilibre entre la force relative des divers muscles de l'œil, le globe oculaire s'abandonne à celui des muscles dont l'action prévaut et dévie de sa direction normale, ce qu'on nomme vulgairement *loucher*. Cette infirmité est scientifiquement désignée sous le nom de *strabisme*. Le strabisme est dit *divergent* quand l'œil est tourné en dehors, et *convergent* quand il est tourné en dedans.

Appareil de protection du globe oculaire et parties accessoires : orbite, paupières et voies lacrymales. — L'œil serait exposé à des accidents nombreux s'il n'était entouré d'organes protecteurs. Ces derniers sont principalement constitués par l'orbite et les paupières.

L'*orbite* est une sorte de pyramide dont les parois sont formées de plaques osseuses très-minces. Il est ouvert en arrière pour laisser passer le nerf optique, et fermé en avant par les *paupières*. Ces dernières sont des voiles membraneux, principalement constitués par un muscle important, l'*orbiculaire des paupières*, que nous avons décrit en parlant des muscles de la face. La peau qui les recouvre est très-mince et rattachée aux parties sous-jacentes par un tissu cellulaire fort lâche.

Les bords libres des paupières contiennent une lamelle cartilagineuse nommée *cartilage tarse*, qui contient des glandes sébacées, dites *glandes de Meibomius*, disposées verticalement. Ce sont des glandes en grappes destinées à une sécrétion graisseuse, qui lubréfie les bords des paupières et empêche les larmes de couler sur les joues. Quand cette sécrétion est exagérée, elle s'accumule entre les paupières sous forme d'une matière jaunâtre nommée *chassie*. M. Sappey croit cependant que cette matière, au lieu de venir des glandes de Meibomius, proviendrait des glandes ciliaires, petites glandes sébacées annexées aux cils.

On peut encore considérer comme dépendant des glandes sébacées qui précèdent, un petit corps glanduleux nommé *caroncule lacrymale*, situé dans l'angle interne de l'œil entre les paupières. Il est formé d'une dizaine de glandes sébacées, qui s'ouvrent au dehors par plusieurs conduits indépendants.

Les artères des paupières viennent de la partie terminale du tronc de l'ophthalmique, de l'artère temporale superficielle, de l'artère lacrymale, de l'artère frontale externe et des artères ciliaires antérieures. Les veines se réunissent dans les veines palpébrales supérieure et inférieure, qui se rendent dans les veines de la tempe et de la face.

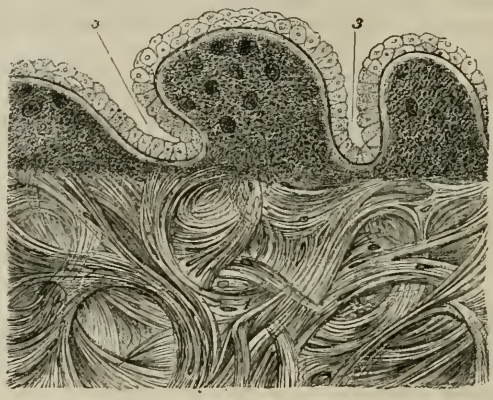


Fig. 235 — *Coupe du tarse et de la conjonctive palpébrale.** (Considérablement grossi.)

La face interne des paupières est tapissée par une muqueuse nommée *conjonctive*, qui se replie sur la sclérotique en formant un cul-de-sac circulaire nommé *cul-de-sac palpébral*, et la recouvre jusqu'au bord de la cornée, où elle est réduite à sa couche épithéliale. Quand l'œil est fermé, elle forme un véritable sac. On a donné à celle qui recouvre la paupière le nom de *conjonctive palpébrale*, et à celle qui recouvre la sclérotique le nom de *conjonctive oculaire*.

La conjonctive reçoit également des vaisseaux très-nombreux venus de l'artère ophthalmique et quelques ramuscules des artères ciliaires antérieures, qui s'anastomosent avec les précédents. Ses veines se déversent dans les veines ophthalmiques ou faciales ; les nerfs sont fournis par la première branche du trijumeau.

La conjonctive est une des parties de l'œil les plus fréquemment malades, et les affections diverses — souvent contagieuses et fort graves — dont elle peut être atteinte réagissent profondément sur les différentes parties du globe oculaire. Bien qu'elle ne joue aucun rôle direct dans la vision, sa destruction est toujours fatalement suivie de la perte de l'œil.

La conjonctive et la cornée sont incessamment lubréfiées par le liquide que sécrètent la glande lacrymale et les glandes conjonctivales.

Les *glandes conjonctivales* sont situées, en nombre variable, dans l'épaisseur de la conjonctive. La *glande lacrymale* est située dans une dépression de la partie externe et supérieure de l'orbite, où elle est maintenue par un repli de l'aponévrose orbitaire. C'est une glande en grappe d'une structure analogue à celle des glandes salivaires. Ses conduits excréteurs, au nombre de cinq à huit, s'ouvrent à la partie externe du cul-de-sac oculo-palpébral supérieur à 2 ou 3 millimètres les uns des autres.

* 1) Tissu du tarse. — 2, 2) Papilles de la conjonctive. — 3, 3) Épithélium de la conjonctive.

Le produit de la sécrétion de chaque glande lacrymale, c'est-à-dire les larmes, est versé dans les conduits lacrymaux. Ces derniers partent de deux petites ouvertures nommées *points lacrymaux*, qu'on aperçoit facilement sur le bord de l'angle interne de chaque paupière, et se réunissent en un seul canal, qui se continue avec le *sac lacrymal*, poche fibreuse de 12 à 15 millimètres de longueur sur 3 à 4 de largeur, doublée d'une muqueuse et située au-dessus du *canal nasal*, dans lequel elle se termine.

Le *canal nasal* est un conduit osseux doublé d'une muqueuse, étendu du sac lacrymal au méat inférieur des fosses nasales à trois centimètres en arrière de l'extrémité postérieure des narines. Il est creusé supérieurement dans la paroi interne de l'orbite et inférieurement dans l'épaisseur de la paroi interne des fosses nasales.

A l'état normal, les larmes sécrétées constamment par la glande lacrymale lubréfient la surface de la conjonctive et s'écoulent par les conduits lacrymaux dans les fosses nasales. Quand la sécrétion est trop abondante, elles ne trouvent plus une issue assez rapide par ce conduit, et, s'accumulant sur le bord libre des paupières, elles débordent au dehors et tombent sur les joues en formant ce qu'on nomme les *pleurs*. Chacun connaît l'influence d'une émotion morale sur la production de ce phénomène.

L'œil tel que nous venons de le décrire n'existe pas avec le même degré de complication chez tous les animaux, mais sa structure se rapproche toujours plus ou moins de celle que nous avons exposée. Chez tous les vertébrés, il présente la plus grande analogie avec celui de l'homme. Chez les insectes, il est constitué par l'agglomération de petits tubes rayonnés, au nombre de 15 à 20,000, terminés chacun par une petite cornée. Tous ces petits tubes sont soudés entre eux, et chacun d'eux ne percevant que les rayons dirigés suivant son axe, l'objet se trouve alors représenté par des milliers de points. Chez certains mollusques, tels que les limaçons, l'œil consiste en une simple vésicule enduite de pigment, pleine d'humeur vitrée, présentant un point transparent à son sommet. Les plus inférieurs n'ont pas d'yeux, mais leur peau présente en certains points des cellules se dilatant ou se contractant sous l'influence de la lumière. C'est là une première ébauche de l'œil. Si un nerf sensible aboutissait à ces cellules, le cerveau aurait conscience des modifications qu'elles éprouvent et, par suite, percevrait la lumière.

§ 3.

MÉCANISME DE LA VISION.

Imperfection optique de l'œil. L'œil est, comme nous venons de le voir, un appareil d'une structure assez compliquée, et la perfection apparente des parties qui le composent a fait croire pendant longtemps qu'il était, ainsi que l'écrit encore M. le professeur Béclard, « le plus merveilleux appareil d'optique que nous puissions imaginer. » Mais une étude plus approfondie de cet organe a montré que cette opinion est complétement erronée et que, au point de vue optique, l'œil est l'instrument le plus imparfait qu'on puisse construire. Comme l'écrit l'illustre auteur de l'*Optique physiologique*, si un opticien essayait de livrer un instrument entaché des défauts que l'œil présente, on serait parfaitement autorisé à refuser son ouvrage en accompagnant ce refus des expressions les plus dures.

Au point de vue optique, l'œil réunit, en effet, à peu près tous les genres d'imperfections connus : aberration de sphéricité et de réfrangibilité, irrégularité des surfaces, centrage imparfait des courbures de la cornée et du cristallin, défaut de transparence de ses milieux réfringents, sensibilité très-obtuse de la plus grande partie de la rétine, etc. Qu'on suppose les lentilles d'une chambre noire entachées des défauts optiques de l'œil, et la plaque photographique destinée à recevoir l'image formée par elles d'une sensibilité aussi inégale que celle de la rétine, et on devinera facilement quels résultats médiocres le photographe pourrait obtenir avec un semblable instrument.

Mais il ne faut faire servir un instrument d'optique qu'aux usages pour lesquels il est construit. Une simple loupe est dans certains cas plus utile que le meilleur des microscopes, de même qu'une balance ordinaire est plus commode pour les usages habituels de la vie que la meilleure balance de précision. Plus un instrument est parfait, plus en revanche il est délicat, long à manier et sujet à se déranger.

L'œil, tel qu'il est construit, est suffisant pour les usages auxquels il est destiné. Une perfection plus grande, en admettant

qu'elle eût été possible avec les moyens dont la nature pouvait disposer, l'eût rendu sans doute plus compliqué et exposé à plus de dérangements, indépendamment d'autres inconvénients sur lesquels nous aurons à revenir.

Examinons actuellement les fonctions de l'instrument dont nous avons précédemment décrit la structure.

Théorie de la vision. — Usage des diverses parties de l'œil. — Sous le rapport de la vision, l'œil est tout à fait comparable à une chambre noire photographique qui serait pleine d'eau au lieu d'être pleine d'air. Les parois de la chambre noire sont formées par la sclérotique; les lentilles de l'objectif par la cornée et le cristallin; le diaphragme placé entre les lentilles, par l'iris; le papier noir ou la peinture de même couleur dont est recouvert l'intérieur de l'appareil est remplacée par la choroïde, et enfin la glace dépolie sur laquelle vient se peindre l'image des objets, par la rétine.

L'usage des diverses parties que nous venons d'énumérer est rigoureusement le même dans la chambre noire que dans l'œil. La cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée * servent dans l'œil, comme les lentilles dans la chambre noire, à donner sur un écran—glace dépolie dans cette dernière, rétine dans le premier—une image réduite des objets **. La nature aurait pu sans doute se contenter dans l'œil, comme on s'en contentait autrefois dans les anciennes chambres noires, d'une seule lentille; mais alors, pour obtenir le même degré de convergence qu'avec plusieurs, il aurait fallu donner à cette lentille unique un foyer très-court et augmen-

* L'humeur vitrée ne sert pas uniquement à augmenter la convergence des rayons qui la traversent. Je crois que son principal rôle doit être d'absorber les rayons calorifiques et de les empêcher d'arriver à la rétine où, par suite de la concentration opérée par le cristallin, ils développeraient une chaleur susceptible d'altérer cette membrane. Chacun sait qu'avec une lentille, même très-petite, il est facile de concentrer assez de rayons sur un morceau de papier pour l'enflammer.

** L'image formée sur la rétine peut être facilement aperçue en plaçant un objet très-éclairé devant un œil d'animal récemment enlevé de son orbite, et dont on a aminci la paroi postérieure. Sur cette paroi formant écran, on aperçoit l'image renversée et réduite des objets, absolument comme on l'aperçoit sur la glace dépolie d'une chambre noire.

ter sensiblement, par suite, son aberration de sphéricité, c'est-à-dire diminuer la netteté des images qu'elle fournit.

Dans l'œil, comme dans la chambre noire, le diaphragme sert, d'une part, à régler la quantité de lumière qui pénètre dans l'instrument et à la proportionner à la sensibilité de la rétine ou de la plaque photographique; d'autre part, à éliminer les rayons qui passent par le bord des lentilles et à corriger, par suite, l'aberration de sphéricité résultant de leur courbure. Les photographes ont pour chacun de leurs objectifs une série de diaphragmes d'ouverture variable qu'ils leur adaptent suivant les circonstances; l'œil n'en a qu'un, l'iris; mais comme, sous l'influence des muscles dont il est muni, son ouverture peut considérablement varier, c'est absolument comme s'il en possédait plusieurs.

Dans la chambre noire, comme dans l'œil, les images des objets éloignés se trouvent, ainsi que nous l'avons vu en parlant des lentilles convexes, au foyer principal de ces dernières. Pour les objets suffisamment rapprochés, elles sont à leur foyer conjugué, c'est-à-dire à une distance de la lentille qui varie avec la distance à laquelle cette dernière se trouve de l'objet.

Adaptation de l'œil à la vision à diverses distances. Une chambre noire et un œil construits comme ceux que nous venons de décrire seraient nécessairement incomplets. Les lentilles étant à une distance invariable de l'écran ou de la rétine, il n'y aurait que les objets toujours placés à la même distance de la lentille qui formeraient nettement leur image sur cette paroi. Toutes les fois que l'objet se rapprocherait ou s'éloignerait, son image s'éloignerait ou se rapprocherait de l'écran. Elle perdrait considérablement alors de sa netteté, parce que chacun des points de l'objet, au lieu d'être reproduit par un point, formerait une série de petits cercles (cercles de diffusion), qui se couvriraient réciproquement.

Dans les chambres noires des photographes on remédie à cet inconvénient en faisant varier, au moyen d'une crémaillère, la distance qui sépare les lentilles du verre dépoli, ce qui fait varier en même temps leur foyer et permet, par suite, à l'image de toujours tomber sur l'écran; mais il est clair qu'on obtiendrait le même ré-

sultat en employant une série de lentilles de courbures et, partant, de foyers variables, calculés de façon à faire tomber toujours sur la glace dépolie l'image des objets placés à diverses distances. Il est clair aussi qu'on arriverait également au même but avec une seule lentille dont la courbure et, partant, le foyer pourraient varier à volonté.

Ce dernier moyen est précisément celui auquel la nature a eu recours dans l'œil. Au moyen d'un muscle spécial, le muscle ciliaire, elle fait varier la courbure du cristallin, c'est-à-dire la longueur de son foyer, et arrive ainsi au même résultat que celui qu'on obtient avec la crémaillère des objectifs, c'est-à-dire d'avoir sur un écran de position fixe des images toujours nettes d'objets placés à des distances extrêmement variables.

De nombreuses théories, dont nous croyons inutile de retracer l'histoire, ont été autrefois proposées pour expliquer comment l'œil peut s'adapter à toutes les distances. Ce sont les travaux de Cramer et de Helmholtz qui ont prouvé que cette adaptation résulte d'un changement de forme du cristallin, lequel augmente d'épaisseur pour la vision de près, c'est-à-dire raccourcit son foyer, et s'amincit au contraire pour la vision à distance et, par suite, allonge ce même foyer.

C'est de la dimension et des changements de rapports des images formées sur les surfaces de l'œil, images dont Sanson et Purkinge constatèrent l'existence pour la première fois, qu'il a été possible de déduire les variations de courbure qu'éprouve le cristallin dans la vision des objets éloignés et dans celle des objets rapprochés. Quand on place devant l'œil un corps lumineux, une bougie par exemple, on peut apercevoir dans l'intérieur de cet organe trois images formées par la réflexion de la lumière sur la surface de la cornée, sur celle de la face antérieure du cristallin, et enfin sur la face postérieure de ce dernier. Ces diverses surfaces agissent comme le feraient des miroirs. Les deux premières images, étant formées par des miroirs convexes, sont droites et virtuelles ; la troisième, étant formée par un miroir concave, est réelle et renversée.

A l'exception de l'image produite par la cornée, qui est invariable, la position et la distance réciproques des autres images va-

rient suivant la distance à laquelle la bougie est placée de l'œil. On en conclut que la courbure de la cornée n'a pas changé, tandis que celle du cristallin s'est modifiée. En mesurant ces images au moyen d'un appareil nommé *ophthalmomètre*, on en déduit par le calcul les variations de courbure subies par le cristallin.

Helmholtz a ainsi reconnu qu'en s'accommodant aux diverses distances, le cristallin pouvait éprouver un épaississement antéro-postérieur de 4 dixièmes de millimètre, portant principalement sur sa face antérieure. Quand le muscle ciliaire n'agit pas, c'est-à-dire quand l'œil est au repos, le cristallin est accommodé pour les objets situés à de grandes distances *. Ce n'est que pour voir les objets rapprochés que sa courbure doit varier.

On donne le nom de *force d'accommodation* à la puissance qui intervient pour forcer le cristallin à changer sa courbure de façon à réunir sur la rétine les rayons lumineux d'objets rapprochés. La distance qui sépare le point le plus éloigné de la vision distincte (*punctum remotum*) et le point le plus rapproché (*punctum proximum*) se nomme *parcours de l'accommodation*. Le *punctum remotum* correspond au repos de l'œil, c'est-à-dire au relâchement du muscle ciliaire et, par suite, au minimum de courbure des deux faces du cristallin ; le *punctum proximum* correspond, au contraire, au maximum d'action du muscle ciliaire, c'est-à-dire au maximum de courbure du cristallin. Et, comme tout muscle qui se contracte se fatigue, il s'ensuit que la vision sur des objets rapprochés est beaucoup plus fatigante que celle sur des objets éloignés, puisque dans ce dernier cas le muscle ciliaire est au repos.

La façon dont agit le muscle ciliaire dans l'accommodation a été expliquée de plusieurs manières. L'explication qui paraît la plus probable est la suivante donnée par Helmholtz. Le cristallin est, comme nous l'avons vu, supporté, suivant sa circonférence, par un ligament plissé à la manière d'une collerette, nommé *zone de Zinn*

* Les images des objets placés devant une lentille à une distance supérieure à cent fois environ la longueur du foyer principal de cette lentille se trouvent sensiblement à son foyer principal pour toutes les positions comprises entre la distance précédente et l'infini. Il en résulte que dans l'œil l'accommodation ne doit plus intervenir dès que les objets sont situés au delà de quelques mètres.

et intimement lié à la choroïde. En se contractant, le muscle ciliaire pousse la choroïde en avant, et, comme la zone de Zinn suit cette dernière dans ses mouvements, elle se relâche, et le cristallin abandonné à son élasticité naturelle devient plus convexe.

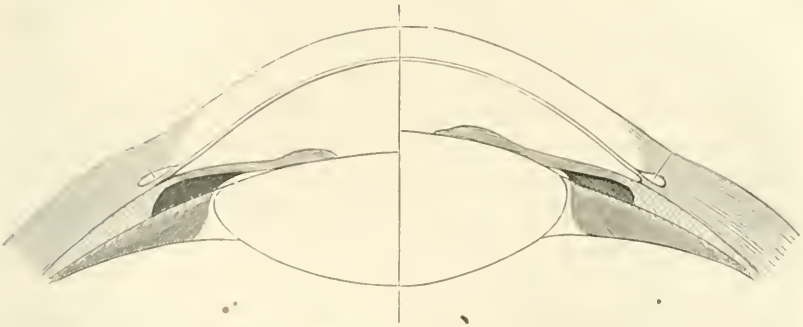


Fig. 236. — *Mécanisme de l'accommodation.**

On peut se rendre compte facilement de ce que pourrait être la vision sans l'accommodation en paralysant le muscle qui produit cette dernière, au moyen d'une goutte d'atropine introduite dans l'œil. La vision n'est alors possible que quand l'objet est placé à une certaine distance. Aussitôt qu'on le rapproche, elle ne l'est plus. Au lieu d'avoir plusieurs lentilles de rechange ou, ce qui revient au même, une lentille de courbure variable, l'œil n'en a plus qu'une et ne peut voir, par suite, que des objets toujours placés à la même distance, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Les individus privés de leur cristallin par suite de l'opération de la cataracte sont privés également de leur accommodation. Une seule lentille convexe placée devant leur œil pour remplacer le cristallin serait insuffisante pour leur permettre la vision à diverses distances; aussi sont-ils obligés d'en avoir plusieurs de forces différentes.

L'accommodation joue, comme nous le voyons, un rôle capital dans la vision. Nous aurons encore à revenir sur l'importance de

* On voit du côté gauche la forme du cristallin dans la vue des objets éloignés, et du côté droit sa forme dans la vision des objets rapprochés, lorsque l'accommodation intervient.

ce rôle en étudiant la physiologie des troubles qui peuvent atteindre cette essentielle fonction.

Aberrations des lentilles de l'œil. — Irrégularité de leurs courbures. — L'œil présente, comme nous l'avons déjà dit, plusieurs défauts, dont les principaux sont l'aberration de sphéricité, l'aberration chromatique et l'asymétrie de ses courbures.

Nous avons déjà vu que la multiplicité des milieux réfringents de l'œil a pour résultat de permettre au cristallin d'avoir une courbure moindre et, par suite, une aberration de sphéricité plus restreinte. L'accroissement de densité de cet organe du centre à la circonférence contribue aussi à corriger l'aberration, et enfin la pupille, en retenant les rayons qui tomberaient sur le bord de la lentille, complète suffisamment la correction.

Dans la vision pour les objets rapprochés, l'aberration de sphéricité augmente à mesure que le cristallin devient plus convexe; aussi la pupille se rétrécit-elle pour laisser passer de moins en moins de rayons, comme l'a démontré Helmholtz.

C'est également la pupille qui corrige en partie l'aberration chromatique de l'œil en retenant les rayons marginaux. Du reste, comme le pouvoir dispersif de cet organe est minime, son défaut d'achromatisme se fait habituellement peu sentir, et les différentes couleurs dont se compose la lumière blanche forment leur foyer à peu près au même point.

Il est cependant très-facile de mettre en évidence, par des expériences fort simples, le défaut d'achromatisme de l'œil. En éclairant les fils micrométriques d'une lunette astronomique avec les diverses couleurs du spectre, on voit que quand ces fils sont visibles dans une couleur déterminée, la couleur rouge par exemple, ils ne le sont plus dans une autre, telle que le violet, et qu'il faut faire varier la distance à laquelle l'oculaire se trouve d'eux pour les mettre au point, c'est-à-dire les rendre visibles, ce qui prouve bien que les diverses couleurs ne forment pas leur foyer sur le même plan de la rétine.

Dans les instruments d'optique les plus ordinaires, les divers méridiens des lentilles sont parfaitement symétriques, c'est-à-dire

que les lentilles ont la même courbure dans le sens vertical, par exemple, que dans le sens horizontal ; mais dans l'œil il n'en est pas de même : les divers méridiens du cristallin et de la cornée ont des rayons de longueur différente. Quand les différences sont assez notables, ce qui est relativement fréquent, il en résulte un état particulier de la vision auquel on a donné le nom d'*astigmatisme*, et qui consiste en ce que la vision est inégale dans les divers méridiens de l'œil. Par suite, il devient impossible de voir avec une netteté égale des lignes tracées en différents sens sur une feuille de papier. Le méridien vertical, par exemple, n'ayant pas la même force de réfraction que le méridien horizontal, il est évident que l'image des lignes verticales ne se fera pas sur le même point de la rétine que celle des lignes horizontales. L'œil peut ainsi être myope dans un sens, et presbyte dans l'autre. Nous aurons à revenir sur ce point en traitant des anomalies de la vision.

Vue droite au moyen d'images renversées. Les images se peignent sur la rétine renversées, ainsi que l'indique la marche des rayons lumineux dans l'œil, et comme on peut, du reste, s'en convaincre en examinant l'image formée sur le fond de l'œil, enlevé de l'orbite, d'un animal tué récemment. Cependant chacun sait que les images paraissent droites et non renversées. Müller et divers physiologistes, renouvelant l'ancienne explication du célèbre évêque et philosophe Berkeley, disent que nous ne jugeons de la position des objets que par la relation qu'ils présentent avec les corps environnants et que, tous étant renversés, aucun ne le paraît. Mais c'est là un raisonnement spécieux. En regardant dans une lunette astronomique qui renverse les objets, nous avons bien la sensation d'objets renversés, bien que manquant de points de comparaison. Il est probable que si nous voyons les objets droits et non renversés, c'est uniquement parce que nous transportons à l'extérieur toutes les images qui se font sur la rétine, et cela dans la direction que les rayons lumineux ont suivie pour arriver à l'œil. Par conséquent, dans la fig. 220, le point *a* de l'image rétinienne *ab* sera vu en A, et le point *b* en B, c'est-à-dire que l'objet sera aperçu dans sa direction réelle.

Parties impressionnables de la rétine. — Perception des couleurs. — La rétine constitue, comme nous l'avons vu, l'écran sur lequel vient se peindre l'image produite par le cristallin et les divers milieux réfringents de l'œil. Ses parties sensibles à la lumière éprouvent, en présence de cet agent, des vibrations ou des changements moléculaires transmis par le nerf optique au cerveau qui les perçoit.

Toutes les parties de la rétine ne sont pas également impressionnables par la lumière. Sur les 15 centimètres carrés environ de surface qu'elle présente, la portion de 1 millimètre seulement d'étendue, à laquelle on a donné le nom de *tache jaune*, peut percevoir nettement les objets. Les parties voisines ont une sensibilité très-obtuse et ne voient les objets que d'une façon confuse. Pour voir nettement toutes les parties d'un corps volumineux, nous sommes obligés d'imprimer successivement au globe oculaire, par l'intermédiaire des muscles qui y sont fixés, les mouvements nécessaires pour amener sur la tache jaune l'image des diverses parties de ce corps. Sur les 160 degrés d'étendue environ que l'œil embrasse de droite à gauche, une étendue correspondant à 1 degré seulement est vue nettement. Aussi, quand nous lisons, nous n'apercevons que deux ou trois mots à la fois, et pour continuer la lecture, il faut remuer l'œil ou le livre.

Cette étendue minime de champ visuel est, sans doute, une imperfection optique; mais il est fort probable que si la rétine avait eu sur tous ses points une sensibilité égale, cette sensibilité aurait été plus gênante qu'utile. Tous les objets présents à nos yeux étant vus avec une netteté pareille, il serait très-difficile, en effet, de concentrer uniquement notre attention sur une de leurs parties; au lieu de ne voir que quelques mots à la fois en lisant, nous eussions vu la page entière, ce qui eût, sans doute, produit la plus étrange confusion dans notre esprit, le cerveau n'étant pas plus organisé pour comprendre également plusieurs idées qui lui sont simultanément présentées que pour comprendre plusieurs conversations à la fois.

Les divers éléments nerveux dont se compose la rétine sont loin d'avoir pour la lumière une sensibilité égale. Les bâtonnets et les

cônes — ces derniers surtout — sont les seules parties qui semblent susceptibles d'être impressionnées par elle. La partie la plus sensible de l'œil, la tache jaune, n'a presque que des cônes. Peut-être les bâtonnets ne sont-ils que de jeunes cônes en voie de formation. Nous avons parlé de l'hypothèse d'après laquelle les uns percevraient seulement les sensations de lumière, les autres les couleurs.

La lumière n'est, comme on le voit, perçue que par les couches les plus internes de la rétine; les plus externes, qu'elle traverse d'abord, sont complètement insensibles.

Il est probable qu'il doit y avoir dans les éléments nerveux de la rétine certaines parties impressionnables par telles ou telles couleurs déterminées, c'est-à-dire par des vibrations plus ou moins nombreuses, et insensibles pour d'autres. Il existe des personnes ne pouvant percevoir diverses couleurs ou ne pouvant même en percevoir aucune. Pour ces dernières, toutes les couleurs, le bleu, le vert, le jaune, ont un aspect identique, et tous les corps ont une teinte uniforme, comme l'est celle d'une photographie. Chez elles, sans doute, les fibres présidant à la perception des couleurs n'existent pas ou sont paralysées. Certains médicaments, la santonine notamment, semblent pouvoir produire un effet analogue. Les personnes qui en ont absorbé voient les objets d'un vert jaunâtre.

Entre la cécité complète des couleurs et leur perception parfaite, il y a une foule de degrés. La perfection relative avec laquelle elles sont appréciées par l'œil joue un rôle considérable en peinture. Ce n'est évidemment que par un défaut de perception exacte des couleurs que nous pouvons expliquer la persistance de certains artistes à représenter les objets avec des couleurs qui ne rappellent en rien celles qu'ils ont dans la nature. Leur inexactitude dans un sens qui est toujours le même nous prouve qu'ils peignent bien les objets tels qu'ils les voient réellement, et on comprend facilement leur irritation quand on les critique sur ce point.

Certaines anomalies dans la perception des couleurs sont le résultat d'une altération pathologique de l'œil qu'on peut diagnostiquer chez un peintre rien que par la façon dont il peint ses tableaux. Un peintre âgé dont le cristallin a jauni, ainsi que cela

arrive si fréquemment dans la vieillesse, donnera au bleu de ses tableaux un ton beaucoup plus intense que les objets ne l'ont réellement, et cela uniquement parce que, voyant les objets comme s'il les regardait à travers un verre jaune qui rend le bleu beaucoup plus pâle qu'il ne l'est, il se trouve forcément conduit à peindre avec des bleus trop intenses. L'œil normal sera choqué de cette imperfection; mais si nous lui donnons artificiellement le même défaut que celui dont est affecté l'œil du peintre, en interposant devant sa surface un verre jaune de teinte convenable, une partie du bleu sera absorbée et les objets peints avec cette couleur auront leur aspect habituel.

La couleur blanche, formée, comme nous le savons, par la réunion des sept couleurs, doit exciter simultanément tous les éléments nerveux de la rétine et, par suite, produire une grande fatigue; c'est ce qui arrive en effet. Chacun sait que rien n'est fatigant comme la vue d'un mur blanc ou d'une route poudreuse sur lesquels les rayons solaires se reflètent.

La partie de la rétine correspondant à l'entrée du nerf optique, c'est-à-dire la région désignée sous le nom de *papille optique*, est d'une insensibilité presque complète à la lumière. L'existence de cette région, à laquelle on a donné le nom de *point aveugle* (*punctum cœcum*), peut être facilement mise en évidence. Fermez l'œil droit, et regardez avec fixité, de l'œil gauche, à 30 centimètres environ de distance, la croix figurée ci-dessous. Elle sera visible en

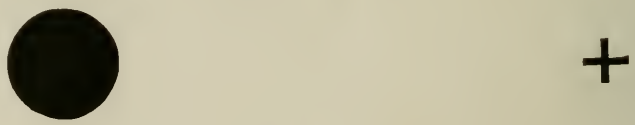


Fig. 237.

même temps que la tache noire placée à côté. Approchez lentement le livre de l'œil en fixant toujours la croix, et à un certain moment correspondant à celui où l'image de la tache tombera sur le *punctum cœcum*, vous verrez cette dernière disparaître. Si l'on continue à rapprocher le livre, l'image de la tache sur la rétine, changeant de place, sortira bientôt du *punctum cœcum* et alors reparaîtra.

En substituant à la tache un point lumineux et répétant l'expérience précédente, ce dernier disparaît, mais pas complétement, ce qui prouve que l'insensibilité du *punctum cæcum* n'est pas absolue.

La tache aveugle est assez grande pour contenir l'image d'un visage humain à la distance de deux ou trois mètres. Mariotte, qui découvrit son existence, amusa beaucoup, dit-on, Charles II d'Angleterre et ses courtisans en leur montrant la manière de se voir mutuellement sans tête, plaisanterie du reste assez funèbre à la cour de ce monarque.

Perceptions entoptiques. La distance qui sépare la partie de la rétine impressionnable à la lumière de celle sur laquelle les vaisseaux reposent étant de 2 ou 3 dixièmes de millimètre, ces vaisseaux doivent, lorsqu'ils sont suffisamment éclairés, projeter sur elle une ombre perceptible, et c'est effectivement ce qu'il est facile d'observer.

En éclairant la rétine de côté au moyen d'un faisceau lumineux projeté sur les parois latérales de la sclérotique avec une lentille biconvexe, pendant que l'œil regarde un fond sombre, ou bien en promenant circulairement à peu de distance de l'œil la flamme d'une bougie, on aperçoit dans le champ de la vision une arborisation vasculaire identique à celle que montre l'ophthalmoscope. C'est l'image *entoptique* (de ἐντὸς, dedans; ὄπτομαι, je vois) des vaisseaux du fond de l'œil.

Ce n'est pas seulement l'ombre produite par la projection des vaisseaux sur la rétine qu'on peut apercevoir; l'ombre des corps étrangers, tels que les filaments contenus dans le corps vitré, apparaît également. Les mouches volantes que beaucoup d'individus voient souvent dans l'espace sont généralement des images entoptiques des éléments qui flottent dans l'humeur vitrée ou des épanchements séreux ou sanguins qui se sont produits dans cet organe.

Activité et repos de la rétine. — Persistance des impressions lumineuses. Images consécutives et par irradiation. — Toutes les fois que la rétine n'est pas excitée et est au repos, elle ne perçoit aucune sensation, ce qui constitue l'état d'obscurité; toutes les fois qu'elle entre en activité sous l'influence d'un excitant

quelconque, lumière ou tout autre, elle subit une modification particulière transmise au cerveau par le nerf optique, et une sensation lumineuse se produit. Mais nous savons que, quand un organe quelconque fonctionne, il se fatigue, et cela d'autant plus qu'il fonctionne avec plus d'activité et plus longtemps. Qu'on excite la rétine dans toute son étendue, en restant pendant quelque temps en plein soleil, elle se fatigue et sa sensibilité s'émousse très-vite; si alors on pénètre dans un appartement peu éclairé, on ne perçoit plus que très-confusément les objets.

On a reconnu, par l'expérience, que l'intensité de l'impression produite par une surface éclairée commence à diminuer dès les premières secondes, et au bout d'une minute est réduite de moitié. Chacun sait que l'éblouissement produit par une lumière vive disparaît rapidement et que l'œil s'habitue très-vite à la supporter. Cette sorte de paralysie de la sensibilité peut être facilement constatée au moyen de l'expérience suivante, ainsi décrite par Helmholtz : « Couvrez à demi, avec une feuille de papier noir, une feuille de papier blanc ; fixez ensuite un certain point de la feuille blanche près du bord de la feuille noire et retirez rapidement, après 30 ou 40 secondes, cette dernière sans détourner le regard ; alors, à l'endroit qui était noir, l'impression de blanc se reproduit avec sa fraîcheur première, et l'on est frappé de voir combien l'impression est affaiblie et émoussée pendant le peu de temps qu'a duré l'expérience. »

L'épuisement de la sensibilité rétinienne sous l'influence de la fatigue empêche la rétine de revenir rapidement à son état primitif lorsqu'elle a été longtemps excitée, et il en résulte que l'état produit par l'excitation se continue même lorsque cette dernière a cessé. Les images ainsi perçues ont reçu le nom d'*images consécutives*. C'est une image de cette sorte qu'on perçoit lorsqu'après avoir fixé les yeux suffisamment longtemps sur un objet bien éclairé, une lampe par exemple, on continue, en fermant les paupières, à le voir encore. Lorsque l'objet fixé est coloré, la couleur de son image consécutive est généralement complémentaire de celle de l'objet, surtout si le regard, après s'être détourné de ce dernier, se porte sur une surface blanche. S'il est rouge, par exemple, son image

consécutive est verte. La différence de coloration paraît tenir à ce que la partie de la rétine sur laquelle l'image tombe à l'état de lumière rouge, étant fatiguée par elle, est moins excitable par cette couleur que la partie voisine; quand alors elle reçoit de la lumière blanche, les rayons rouges ne l'excitent plus assez activement, et la rétine ne perçoit que leur couleur complémentaire, c'est-à-dire celle qui avec eux forme le blanc; le vert, par conséquent, pour la couleur rouge.

Non-seulement l'ébranlement produit par l'excitant lumineux sur la rétine persiste après que l'excitation a cessé, mais encore il s'étend au delà des parties frappées par la lumière, et l'irradiation est d'autant plus étendue que la rétine a été plus excitée. Découpez dans une feuille de papier blanc, puis dans une feuille de papier noir, deux cercles de mêmes rayons, collez ensuite le cercle noir sur du papier blanc et le cercle blanc sur du papier noir. En les plaçant ensuite exactement à la même distance de l'œil, les deux cercles, bien que parfaitement égaux, sembleront de dimensions très-inégales. Le disque noir paraîtra plus petit que le disque blanc. Cela tient à ce que, ce dernier excitant plus vivement la rétine que le noir, l'image produite sur la rétine par le disque blanc s'irradie sur les parties voisines et le fait paraître plus étendu qu'il ne l'est réellement. Le disque noir paraîtra, au contraire, réduit, parce que l'irradiation rétinienne de la partie blanche qui l'entoure empiète sur son image.

Les objets de couleur claire paraissent, comme on le voit, plus étendus qu'ils ne le sont réellement. Avec des gants ou des chaussures de couleur claire, les mains et les pieds paraissent plus grands qu'avec des gants ou des chaussures de couleurs foncées.

Quelque courte que soit la durée d'une impression lumineuse, telle que celle d'un éclair, par exemple, elle persiste toujours sur la rétine un temps plus long que la durée de l'excitation elle-même. Le phénomène lumineux le plus fugitif persiste au moins 1/3 de seconde sur cette membrane.

Il résulte de ce fait que des impressions lumineuses séparées par une fraction de seconde moindre que la durée de la persistance de la sensation doivent paraître continues. Un charbon incandescent

qu'on fait tourner rapidement donne à l'œil la sensation d'un cercle lumineux continu; on peut même, de la vitesse nécessaire à imprimer au charbon pour qu'il produise la sensation d'une circonférence complète, quand il tourne devant l'œil, déduire la durée de la persistance de l'impression sur la rétine.

Plusieurs illusions curieuses sont basées sur ce fait de la persistance de l'impression lumineuse. Une des plus singulières est celle présentée par l'instrument connu sous le nom de *phanékisticope*, qui, légèrement modifié dans ces derniers temps, se vend maintenant à Paris chez tous les marchands de jouets, sous le nom de *zootrope*. Tel qu'on le fabrique actuellement, il consiste en une boîte circulaire percée de fentes verticales et montée sur un axe autour duquel elle peut prendre un mouvement de rotation rapide. Contre les parois intérieures de cette boîte sont appliquées des bandes de papier, sur lesquelles on a dessiné des corps en mouvement, un cheval au galop par exemple, aux différentes phases successives de leurs mouvements. En regardant dans la boîte par la partie supérieure des fentes, alors qu'elle est animée d'un mouvement de rotation rapide, les objets paraissent se mouvoir. Dans l'exemple que nous avons choisi, le cheval semble galoper rapidement. L'illusion résulte de ce que, quand une image frappe la rétine, l'impression de celle qui précède n'est pas éteinte et se fusionne avec l'image qui la suit.

Dimension des objets visibles. — Angle visuel. — Les objets ne sont, comme on le sait, visibles qu'à la condition d'avoir une certaine étendue; trop petits ou trop éloignés, ils cessent d'être aperçus. Cela tient à ce que chacun des éléments nerveux dont se compose la rétine ne transmet au cerveau qu'une impression en même temps. Or, comme la dimension de ces éléments est seulement de 3 à 4 millièmes de millimètre, toutes les fois que deux points A et B (fig. 238) d'un objet seront assez rapprochés pour que l'image *a*, *b* qu'ils forment sur la rétine ait moins de $0^{mm},003$, ces deux points cesseront d'être visibles séparément et ne donneront lieu qu'à une seule sensation.

Connaissant les dimensions des éléments nerveux de la rétine,

qui sont, comme nous venons de le dire, de 3 à 4 millièmes de millimètre, la distance du centre optique de l'œil, c'est-à-dire du

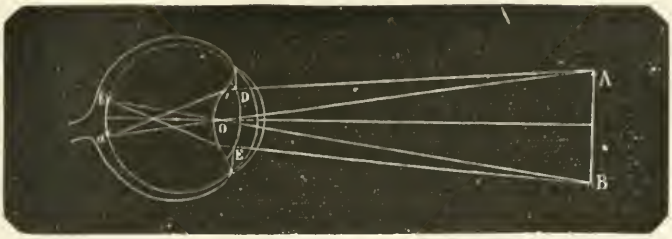


Fig. 238. — *Angle visuel.*

point *o* où s'entrecroisent les rayons lumineux dans l'œil, à la rétine, qui est de 13 millimètres environ, on en déduit facilement, d'après les propriétés connues des triangles semblables *AoB* et *aob*, la dimension que doit avoir un objet placé à une distance déterminée pour être rendu visible. On trouve ainsi que, pour être visible à 20 centimètres par exemple, un objet doit avoir 1 vingtième de millimètre environ.

Par un calcul géométrique fort simple, on peut également déduire la grandeur des derniers éléments de la rétine de la connaissance exacte de l'angle le plus petit sous lequel deux points placés à une distance connue peuvent être vus distinctement.

L'angle formé au centre optique de l'œil par les rayons partis des extrémités d'un objet, c'est-à-dire l'angle *AoB* sous lequel est vu cet objet, a reçu le nom d'*angle visuel*.

Portée de la vue distincte. — Acuité de la vision. — La portée de la vue distincte est la distance maxima à laquelle un objet peut être reculé sans cesser d'être visible. Elle varie suivant les individus et des circonstances fort diverses, et il importe, pour les besoins de la pratique médicale, de pouvoir la mesurer avec exactitude.

Le degré de l'acuité visuelle peut être apprécié par la faculté plus ou moins grande de percevoir deux points séparés, et, par suite, par le plus petit angle sous lequel on puisse reconnaître ces

deux points, angle naturellement d'autant plus petit qu'on est plus éloigné de l'objet.

Les ophthalmologistes ont, dans ces dernières années, pris pour type de l'acuité visuelle celle d'un œil qui reconnaît les objets soustendant un angle de 5 minutes, c'est-à-dire un angle égal à 1/12 de degré.

En partant de cette donnée, Giraud-Teulon et Snellen ont construit des échelles de caractères typographiques dont la hauteur, proportionnée à l'écartement des deux côtés de l'angle, varie naturellement suivant la distance à laquelle ils sont du sommet de cet angle. Chacun d'eux doit pouvoir être vu par un œil normal à une distance variable suivant sa hauteur, mais représentée par la distance à laquelle il a fallu les éloigner du sommet de l'angle pour leur donner la grandeur qu'ils possèdent. Cette grandeur est indiquée en chiffres romains à côté de chaque caractère. Le numéro placé au-dessus de chaque série exprime ainsi, en pieds de Paris, la distance à laquelle les lettres se présentent relativement à leur hauteur sous l'angle de cinq minutes. Les caractères de cet ouvrage, par exemple, doivent être lus par un œil normal à peu près à 1 mètre. Il y a loin, comme on le voit, de cette distance à celle de 25 à 30 centimètres, donnée comme moyenne de la vue normale dans les anciens ouvrages pour des caractères analogues.

Supposons maintenant qu'un œil qui n'est pas myope ne puisse voir qu'à une distance de 10 pieds, par exemple, des caractères de dimension telle qu'ils devraient être vus à 20 pieds, ou à 5 pieds seulement des caractères qui devraient être lus à 10, on en conclura évidemment que son acuité visuelle a diminué de moitié.

Si l'œil est myope, on neutralise d'abord sa myopie avec des verres convenables, avant de procéder à l'épreuve précédente; autrement on s'exposerait à considérer comme un résultat de la diminution de l'acuité visuelle, c'est-à-dire de la sensibilité de la rétine, ce qui n'est que le résultat de la myopie.

L'acuité de la vision varie sous des causes fort diverses. Elle diminue sous l'influence de l'anémie, des excès vénériens et alcoo-

liques, de l'usage de certaines substances, comme le tabac. Chez le même sujet, elle varie fréquemment.

Il semble que, dès l'antiquité la plus reculée, on savait constater et reconnaître le degré de cette variation, si on s'en rapporte aux auteurs du Talmud, qui prétendent qu'une marche trop rapide fait perdre à l'homme 1/500 de son acuité visuelle.

La variation de l'acuité visuelle sous l'influence de causes légères peut se constater facilement par l'expérience. Lisez à l'éclairage d'une forte lampe avec un seul œil, l'autre étant fermé, et au bout d'un quart d'heure comparez l'acuité visuelle de ce dernier avec celle du premier, en regardant un objet placé dans l'ombre, que vous fixerez alternativement avec chaque œil, l'autre restant fermé. Vous verrez alors que la sensibilité rétinienne a très-sensiblement diminué dans l'œil fatigué par la lecture, et que les objets fixés avec cet œil ont une teinte sombre qu'ils n'ont plus quand on les regarde avec l'autre œil.

A l'exception des excitants généraux, et peut-être aussi d'un petit nombre d'excitants locaux, comme l'eau froide, aucun agent thérapeutique n'est susceptible d'accroître l'acuité de la vision. Il y a quelques années, je pensai un instant avoir trouvé une substance jouissant de cette propriété dans l'alcaloïde de la fève de Calabar, que je cherchais alors à isoler, et qui, d'après mes expériences, augmente sensiblement la portée de la vue distincte chez les myopes. Mais cet accroissement de la vue distincte me paraît presque exclusivement attribuable, je crois, au rétrécissement de la pupille produit par cette substance, et, par suite, à l'élimination des cercles de diffusion qui est la conséquence de ce rétrécissement.

Influence de l'éclairage des objets sur l'acuité de la vision. Le degré de l'intensité lumineuse des objets a sur l'acuité de la vision une influence considérable, bien que négligée jusqu'ici par les ophthalmologistes. Dans les expériences indiquées pour apprécier l'acuité de la vision, la hauteur des caractères est déterminée par une règle mathématique; mais la façon dont ils doivent être éclairés est abandonnée à l'appréciation de l'opérateur. Or la distance à laquelle ces caractères peuvent être lus est subordonnée

en très-grande partie à la façon dont ils sont éclairés, et l'expression *éclairage convenable*, qu'on emploie habituellement pour faire connaître la source lumineuse, est une de ces indications banales dont fourmillaient autrefois les livres de sciences, mais dont un physiologiste ne saurait aujourd'hui se contenter.

Suivant l'éclairage dont on fait usage, bougie, lampe, lumière solaire, etc., l'acuité visuelle peut, comme je l'ai reconnu, varier dans le rapport de 1 à 4, et, par suite, un individu dont l'acuité visuelle semblait réduite des deux tiers à la lumière d'une bougie aura toute son acuité normale à la lumière solaire.

Les variations de l'acuité visuelle sous l'influence de l'accroissement de la lumière sont surtout sensibles quand l'éclairage primitif de l'objet est faible; mais quand cet éclairage est assez intense, comme celui produit par cent bougies par exemple, la lumière la plus intense, comme l'est, par exemple, celle du soleil, qu'on évalue généralement à 200,000 bougies, n'augmente que très-peu la vision.

On voit par ce qui précède que les oculistes qui éclairent leurs échelles typographiques avec une simple bougie, comme le font la plupart, s'exposent à des erreurs de diagnostic considérables. Il serait indispensable qu'ils fissent usage comme source éclairante d'une ou de plusieurs fortes lampes dont l'intensité aurait été mesurée au photomètre, en la comparant avec une source lumineuse invariable. On choisirait avec avantage, je crois, celle produite par la combustion d'un fil de magnésium de 1 millimètre de diamètre.

Vision avec les deux yeux. Nous avons jusqu'ici considéré l'œil comme unique et, par suite, comme ne donnant au cerveau que la sensation d'une seule image. Mais, comme nous possédons deux yeux, il semble que nous devions voir les objets doubles, de même que deux chambres noires mises côte à côte donneraient deux images d'un même objet.

Si nous ne voyons habituellement qu'une seule image avec les deux yeux, cela tient à ce que les deux images sont reportées au sommet de l'angle formé par le prolongement des rayons lumineux allant de chaque œil à l'objet. Qu'on vienne à changer la direc-

tion des axes des yeux en pressant latéralement l'un d'eux, par exemple, ou en louchant, c'est-à-dire en déviant un œil de sa direction normale, immédiatement les objets paraissent doubles. En plaçant devant les yeux deux tubes qu'on dirige vers deux corps semblables, tels que deux billes de billard, de façon à ce que ces deux corps soient dans la direction du prolongement des tubes, on a la sensation d'un seul objet qui semble exister au sommet du V formé par le point de rencontre des deux axes optiques.

Les deux images d'un même objet formées sur les deux rétines ne sont pas identiques. En plaçant devant les deux yeux, à une égale distance de chacun, un objet quelconque, comme un dé, par exemple, et en le regardant alternativement avec un seul œil, l'autre étant fermé, on peut se convaincre facilement qu'on ne le voit nullement sous le même aspect avec chaque œil. La théorie, vérifiée plus tard par la découverte du stéréoscope, a prouvé que c'est à la perception simultanée de ces deux images différentes d'un même objet qu'est due la sensation du relief.

En photographiant un objet avec deux chambres noires placées l'une à côté de l'autre et convergeant vers lui comme le font les deux yeux, on obtient deux images un peu différentes qui, regardées de façon à les projeter dans la direction de la convergence de l'axe des deux yeux, ce qui se fait très-commodément avec le stéréoscope, se superposent et donnent immédiatement la sensation du relief.

Dans la vision habituelle, les deux yeux ne fonctionnent pas également; il y en a toujours un qui fonctionne plus activement que l'autre. Qu'on regarde une surface blanche en plaçant devant chaque œil un verre de teinte différente, une des deux couleurs seule est d'abord alternativement perçue; puis les impressions se confondent, et il en résulte une sensation mixte remplacée bientôt par les alternatives que nous venons d'indiquer.

§ 4.

PHYSIOLOGIE DES TROUBLES DE LA VISION.

Nature et constatation des troubles visuels. Chacun des éléments constitutifs de l'œil: enveloppes de cet organe, milieux transparents, appareil de l'accommodation ou de la transmission, appareil moteur, etc., peut être le siége d'anomalies diverses d'où résultent des troubles fonctionnels plus ou moins profonds.

L'étude de l'œil et de ses fonctions a été, dans ces dernières années, l'objet de travaux importants de la part de physiologistes et de physiciens éminents. Leurs recherches scientifiques ont eu bientôt, ainsi que cela arrive toujours, des applications pratiques importantes, et, grâce aux recherches de savants, dont les plus distingués ne se sont jamais occupés cependant de pratique médicale, l'ophthalmologie a fait en quelques années des progrès beaucoup plus considérables qu'aucune autre branche de la médecine dans le même temps. Nous connaissons infiniment mieux qu'on ne la connaissait il y a quelques années la physiologie des diverses parties de l'œil, et cette connaissance, jointe à l'emploi de nouvelles méthodes d'exploration de cet organe, nous permet de remonter à la cause des troubles visuels dont l'origine était autrefois ignorée et dont, par conséquent, le traitement ne pouvait être qu'incertain.

Nous n'étudierons ici que les troubles visuels consécutifs à des défauts de réfraction et de courbure des milieux de l'œil et ceux résultant d'une anomalie de l'accommodation, c'est-à-dire les troubles visuels désignés sous les noms de *myopie*, d'*hypermétropie*, d'*astigmatisme* et de *presbytie*. Ce sont ceux dont la physiologie est la mieux connue. Pour les autres, nous renvoyons aux travaux de Græfe, Donders, Helmholtz, et aux excellents ouvrages de Giraud-Teulon, E. Meyer, etc.

Dans notre étude physiologique de la vision nous avons supposé

que la force de réfraction de l'œil et sa longueur sont toujours dans un rapport exact, en sorte que l'image des objets éloignés tombe exactement sur la rétine. Mais on comprend que ce rapport peut ne pas exister et que, relativement à la distance où se trouve le foyer de ses lentilles, l'œil peut être trop court ou trop long, et, par suite, l'image des objets se former en avant ou en arrière de la rétine. Il arrivera alors, comme cela arrive dans une chambre noire dont la lentille est trop loin ou trop près du verre dépoli, que l'image manquera de netteté. Le foyer de chacun des points de l'objet, au lieu d'être représenté, en effet, par un point sur l'écran, sera représenté par de petits cercles, dits *cercles de diffusion*, qui troublent la netteté des images en se superposant.

Quand l'image des objets se forme en avant de la rétine, c'est-à-dire quand l'œil est trop long, on dit qu'il est *myope* (de *μύειν*, cligner); quand elle se forme en arrière, c'est-à-dire quand l'œil est trop court, on dit qu'il est *hypermétrope* (de *ὑπέρ*, au delà; *μέτρον*, mesure, et *ὄψ*, œil).

Mais la longueur de l'œil peut être parfaitement proportionnée à la force de ses lentilles et cependant l'image se former encore en arrière de la rétine, absolument comme s'il était trop court; c'est là ce qui arrive dans la *presbytie* ou *presbyopie* (de *πρεσβυς*, vieillard). Cette anomalie tient à l'état de l'accommodation. Chez le presbyte, l'image des objets éloignés se forme bien sur la rétine; mais, comme son cristallin, généralement par suite des progrès de l'âge, a perdu de son élasticité, il ne peut plus prendre les changements de forme nécessaires pour raccourcir son foyer quand les objets se rapprochent, et ce foyer, de longueur convenable pour les objets éloignés, se trouve trop long pour les objets rapprochés, ce qui fait que les rayons lumineux, au lieu de se réunir sur la rétine, vont s'entrecroiser en arrière de cette membrane. Il est évident que le même résultat sera produit si c'est le muscle ciliaire qui cesse de fonctionner, bien que le cristallin ait conservé sa structure normale.

La presbytie est donc une anomalie de l'accommodation qui est affaiblie, tandis que la myopie et l'hypermétropie sont des anoma-

lies de la réfraction qui n'est plus en rapport avec la longueur de la chambre noire constituée par l'œil.

Enfin, par suite de l'irrégularité des courbures de l'œil, la réfraction peut, comme nous l'avons dit déjà, ne plus être la même dans les divers méridiens du globe oculaire et, par suite, le foyer des rayons lumineux ne pas être le même dans une direction que dans l'autre. *Hypermétrope* dans le sens vertical, par exemple, l'œil sera *myope* dans le sens horizontal, et, par suite, des lignes verticales tracées sur une feuille de papier ne pourront être vues nettement à la même distance que des lignes tracées dans le sens horizontal. C'est cet état qu'on désigne sous le nom d'*astigmatisme* (de *α*, privatif; *στιγμα*, point), ainsi que nous l'avons déjà vu.

On désigne habituellement sous le nom d'*emmétrope* (de *ἔμμετρος*, conforme à la mesure) l'œil normal, c'est-à-dire l'œil dans lequel les rayons lumineux venus de l'infini ou d'objets assez éloignés pour qu'ils soient sensiblement parallèles forment leur foyer sur la rétine, et sous le nom d'*amétrope* (de *α*, privatif; *μέτρον*, mesure, et *ὄψ*, œil) l'œil dans lequel les rayons lumineux, également venus de l'infini, se forment en deçà ou au delà de la rétine. Il résulte de cette définition que l'œil presbyte est emmétrope, car les images d'objets éloignés se forment nettement sur sa rétine, tandis que l'œil myope ou hypermétrope ne réalise pas cette condition, et est, par conséquent, amétrope.

Pour savoir si un œil est emmétrope ou amétrope, on opère de la façon suivante : Les rayons lumineux étant considérés comme sensiblement parallèles, c'est-à-dire comme venant de l'infini, distance pour laquelle l'œil est normalement accommodé, lorsqu'ils viennent d'un objet distant d'environ 20 pieds, on place à 20 pieds d'un mur auquel est fixée une des échelles typographiques dont nous avons parlé, le sujet sur lequel on veut expérimenter, et on l'invite à lire les caractères calculés pour être lus par un œil noré mal à cette distance, caractères au-dessus desquels se trouve habituellement tracé en chiffres romains le numéro XX. Si l'œil lit nettement ces caractères à la distance indiquée et que des verres convexes interposés devant lui les rende moins nets, il est em-

métrope*. Il est, au contraire, atteint d'amétropie ou de diminution de la force visuelle, s'il ne peut pas les lire, et il faut alors essayer l'action des lentilles sur lui.

Si les verres successivement essayés n'améliorent pas assez la vision pour que l'œil lise les caractères précédents à la distance indiquée, il est réellement atteint d'une diminution de l'acuité visuelle, et on la mesure en recherchant quelle est, avec des verres rendant la vision la plus nette possible, la distance à laquelle le sujet doit se rapprocher pour lire les caractères. S'il se rapproche de 10 pieds, par exemple, pour lire le numéro XX qu'il devait lire à 20 pieds, on en conclut que l'acuité de sa vision a baissé de moitié. Nous avons vu, en parlant de l'influence de l'éclairage des objets sur la distance à laquelle ils sont visibles, les objections qu'on pourrait faire à cette façon de procéder.

Si, dans l'essai précédent, nous trouvons qu'un verre convexe améliore la vision, on en conclut que le sujet est hypermétrope; si c'est, au contraire, un verre concave qui la rend meilleure, on en conclut qu'il est myope. Le degré d'anomalie se mesure en cherchant quel est le verre qui procure la vision la plus nette.

Pour la myopie, l'essai précédent peut être fait indifféremment avec les divers caractères de l'échelle, en plaçant le sujet à la distance indiquée pour chacun d'eux. Mais, pour l'hypermétropie, il faut employer nécessairement les caractères les plus petits, c'est-à-dire ceux qui obligent à se rapprocher le plus. Cette anomalie est d'autant plus manifeste, en effet, ainsi que nous le verrons plus loin, que le sujet est obligé de rapprocher davantage les objets.

Dans la pratique, on désigne le degré d'amétropie par la force de réfraction du verre qui doit être mis devant l'œil amétrope pour que les rayons parallèles viennent former leur foyer sur la rétine, c'est-à-dire pour que les objets éloignés soient visibles. On dit

* Si les verres convexes ne rendaient pas la vision plus difficile, cela indiquerait que l'œil est atteint de cette forme d'hypermétropie dans laquelle un léger effort d'accommodation suffit pour ramener sur la rétine le foyer des rayons lumineux. Un verre convexe mis devant un tel œil a pour effet de relâcher son accommodation, qui se trouve remplacée par l'action de la lentille, et l'œil y voit alors aussi bien avec cette dernière que sans son concours, ce qui ne saurait arriver avec un œil normal.

qu'une myopie est de 1/10 quand le verre nécessaire pour la neutraliser est un verre de 10 pouces de foyer*.

La presbytie se reconnaît à ce que la vue ne distingue plus nettement les petits caractères à une distance moindre que 10 ou 12 pouces. Plus la presbytie sera plus forte, plus le verre convexe nécessaire pour y remédier aura un court foyer.

Quant à l'astigmatisme, on le reconnaît en cherchant si un disque opaque percé d'une fente longitudinale et placé devant l'œil finit, après avoir été tourné successivement dans plusieurs sens, par rendre la vision plus nette dans un sens déterminé que dans les autres. Cette amélioration tient à ce que, la vision ne se faisant plus que dans la direction d'un seul méridien, les cercles de diffusion que produisait le passage des rayons lumineux dans les autres se trouvent éliminés. On recherche ensuite, au moyen de verres concaves ou convexes mis devant la fente précédente, l'état de la réfraction dans les divers méridiens.

Les différentes anomalies de la vision que nous venons d'apprendre à reconnaître peuvent, notamment dans les hauts degrés de la *myopie*, s'accompagner d'altérations diverses des parties profondes de l'œil. On les constate au moyen de l'instrument nommé *ophthalmoscope*.

Le principe de cet instrument est fort simple. En regardant à l'œil nu la pupille, nous ne voyons qu'un trou noir, absolument comme en regardant dans une chambre obscure par une petite lucarne. Pour rendre le fond de l'œil visible, il faut l'éclairer et trouver moyen de s'interposer directement entre la partie éclairée et la source lumineuse, attendu que, la lumière suivant la même direction pour sortir de l'œil que pour y entrer, les rayons lumineux réfléchis par le fond de l'œil retournent exactement après leur réflexion au point lumineux d'où ils étaient partis. Helmholtz a résolu le problème au moyen d'un miroir réflecteur concave percé à son centre, avec lequel on réfléchit la lumière d'une lampe sur

* Les mesures en pouces et en pieds sont encore, par suite de la difficulté qu'il y aurait à refaire tout le matériel des ateliers, les seules usitées chez les opticiens et forcément, par suite, chez les oculistes.

la pupille de l'œil à observer : le fond de l'œil se trouve ainsi éclairé par la lumière que renvoie le miroir, et on peut percevoir les rayons réfléchis par la rétine en regardant à travers l'ouverture centrale du miroir. La pupille, de noire qu'elle était, paraît alors rouge, et le fond de l'œil est vivement éclairé.

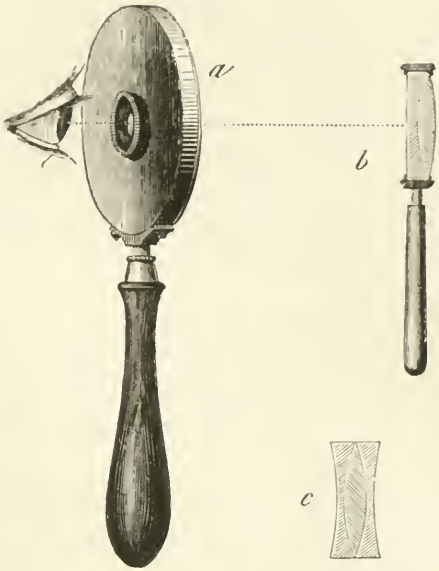


Fig. 239. — *Ophthalmoscope.* *

Comme les rayons lumineux réfléchis par le fond de l'œil subissent, en passant à travers les milieux de cet organe, la même déviation qu'ils subiraient en traversant une lentille, ils vont former devant l'œil une image dont la position varie suivant la situation de la rétine relativement au cristallin. Le plus souvent, en raison du voisinage de la rétine et du foyer principal du cristallin, cette image serait fort loin; on interpose alors entre le miroir et l'œil une lentille convexe de très-court foyer, qui oblige les rayons lumineux à faire leur image plus près de l'œil.

Vu à l'ophthalmoscope, le fond de l'œil possède à peu près

* *a*) Miroir. — *b*, *c*) Lentilles.

l'aspect que nous avons figuré page 607. La pupille et les vaisseaux sont très-faciles à apercevoir, mais la tache jaune se distingue difficilement.

Examinons actuellement en détail les diverses anomalies de la vision dont nous venons d'apprendre à constater l'existence.

Myopie. Nous avons vu que dans la myopie la force de réfraction de l'œil était, relativement à la longueur de cet organe, dans un rapport tel, que les images des objets éloignés se formaient en avant de la rétine et, par suite, manquaient de netteté. Elles n'acquièrent la netteté qui leur manque que lorsque les objets se rapprochent de l'œil. L'image formée au foyer conjugué des objets, s'éloignant, en effet, à mesure que ceux-ci se rapprochent, finit, quand ils sont suffisamment près, par tomber exactement sur la rétine.

La myopie est donc caractérisée par ce fait que les objets éloignés sont vus d'une façon confuse, tandis que ceux rapprochés sont perçus, au contraire, très-nettement. Plus la myopie sera prononcée, plus le myope sera obligé de rapprocher les objets pour les distinguer.

La cause de la myopie a été méconnue pendant longtemps; on l'attribuait à tort à la trop grande convexité de la cornée: erreur qui figure encore dans la plupart des traités de physique. Mais les mesures précises de Donders et d'Helmholtz prises sur des milliers d'yeux myopes ont prouvé que leur cornée était généralement plutôt aplatie que bombée.

La vraie cause anatomique de la myopie est l'allongement trop considérable du diamètre antéro-postérieur de l'œil, allongement qui fait que cet organe tend à prendre chez le myope la forme d'un œuf. Donders, qui a mesuré exactement 2500 yeux de myopes, a reconnu que la longueur de cet axe, au lieu d'être de 25 à 26 millimètres, comme à l'état normal, peut atteindre 33 millimètres. Cependant il pourrait y avoir également myopie bien que la longueur de l'œil fût parfaitement normale. Cela arriverait, par exemple, si, par suite du degré des courbures des lentilles de cet organe, les rayons lumineux qui les traversent n'étaient pas suffi-

samment réfractés. Il est probable que c'est à cette forme de myopie qu'appartiennent les yeux myopes dont la vision ne subit aucune des altérations dont nous allons parler.

Les plus fâcheuses erreurs règnent encore au sujet de la myopie. L'œil myope est considéré comme un œil excellent et qui s'améliore constamment avec l'âge. Or rien n'est plus inexact. Un œil myope est, comme le dit fort bien Donders, *un œil malade*, et l'amélioration apparente de la myopie avec l'âge tient simplement à ce que, la presbytie venant s'ajouter à cette dernière, le point le plus rapproché de la vision distincte est forcément éloigné. Le sujet lira alors d'un peu plus loin; mais pour la vision à distance il restera toujours aussi myope. S'il lui arrive quelquefois avec l'âge de voir un peu mieux les objets éloignés, ce n'est pas parce que sa myopie aura diminué, mais uniquement parce que, sa pupille s'étant rétrécie, les cercles de diffusion formés par la rétine seront un peu moins nombreux.

Si l'œil myope restait constamment au même degré de myopie, cette affection constituerait simplement une infirmité désagréable, à laquelle, au moyen de verres appropriés, il serait plus ou moins facile de remédier. Mais ce qui constitue son danger, c'est que dans ses degrés élevés elle est habituellement progressive et conduit alors à une cécité incurable, si on ne réussit pas à entraver sa marche.

La myopie est généralement congénitale. La grande majorité des myopes sont nés myopes; mais on peut le devenir par un travail assidu, et chez les sujets déjà myopes, le travail assidu a pour conséquence presque nécessaire de transformer la myopie légère en myopie progressive. C'est un fait d'expérience dont la physiologie donne une explication facile.

La myopie est, comme nous l'avons dit, le plus souvent causée par l'allongement trop considérable du diamètre antéro-postérieur de l'œil, allongement qui ne peut se produire sans que toutes les membranes de l'œil soient plus ou moins amincies, absolument comme les parois d'un ballon en caoutchouc s'amincissent à mesure qu'on le gonfle. Toutes les causes susceptibles d'agir sur l'œil, soit en comprimant ses enveloppes, soit en déterminant la

congestion de ses vaisseaux et, par suite, une hypersécrétion des liquides intra-oculaires, tendront à accroître l'amincissement de ses membranes et son allongement d'avant en arrière, allongement plus facile dans la longueur de l'œil que dans sa largeur, par suite de la disposition des parties qui l'entourent.

Deux causes interviennent dans la vision des objets rapprochés pour produire cet effet: la première est la convergence considérable des deux yeux nécessitée par la vision sur des objets rapprochés, convergence qui ne peut se produire sans la contraction excessive des muscles de l'œil et, par suite, sans une pression plus ou moins grande sur le globe oculaire; la seconde est la fatigue de l'accommodation consécutive à la vision à petite distance, fatigue qui s'accompagne de congestion des procès ciliaires et d'une gêne de la circulation dans les veines choroïdiennes. L'entrave à la circulation a pour conséquence une hypersécrétion des liquides intra-oculaires et, par suite, un excès de pression dans l'intérieur de l'œil. La congestion est surtout aggravée par la position inclinée de la tête et l'inclinaison du tronc, qui gênent la circulation en retour.

Quand ces causes diverses d'augmentation de la myopie persistent, cette affection progresse rapidement. Les membranes oculaires s'amincissent de plus en plus, et dans l'endroit où elles résistent le moins, c'est-à-dire au pôle postérieur de l'œil, il se forme une dilatation (*staphylôme postérieur*) qui augmente la longueur du globe oculaire et, par suite, la myopie. La choroïde amincie ne contient plus assez de pigment et devient impuissante à absorber suffisamment les rayons lumineux en excès, ce qui fait que la lumière devient très-fatigante pour l'œil. Les éléments de la rétine, gênés dans leur rénovation moléculaire par la compression qu'ils subissent, s'altèrent, et quand l'altération atteint la région de la tache jaune, la vision directe est plus ou moins perdue.

Ces complications diverses de la myopie, dont nous n'énumérons que les principales, sont loin de constituer l'exception. D'après Donders, il est infiniment rare qu'après trente ans une myopie de 1/12, c'est-à-dire une myopie neutralisée par un verre concave de 12 pouces, ne soit pas accompagnée d'atrophie de la choroïde.

Une des complications les plus habituelles de la myopie, et qu'il

est, par suite, indispensable de mentionner, est un strabisme divergent, produit par l'insuffisance, c'est-à-dire la faiblesse relative des muscles droits internes (*asthénopie musculaire*). Fatigués par les efforts qu'ils font incessamment pour imprimer aux yeux le degré considérable de convergence nécessité par la vision sur des objets très-rapprochés, ils deviennent bientôt impuissants à remplir leur fonction, et le malade finit par loucher plus ou moins.

Nous avons vu, en étudiant la marche des rayons lumineux dans les lentilles, que les verres concaves font diverger les rayons qui les traversent. Placés devant un œil myope, leur effet sera donc de réunir les rayons lumineux en arrière du point où ils se croisent habituellement et, par suite, de les reporter sur la rétine. Le verre le moins fort avec lequel le myope voit le mieux est celui qu'il faut choisir.

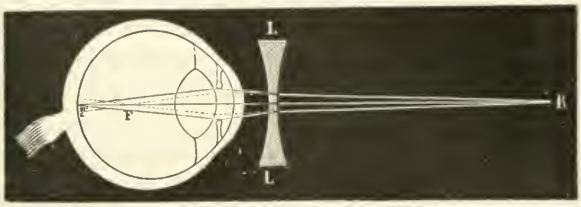


Fig. 210. — *Action des verres concaves sur la marche des rayons lumineux dans l'œil myope.**

Choix des verres pour la myopie et hygiène de cette affection. — L'énoncé théorique que nous donnons de la règle qui doit présider au choix des verres dans la myopie est fort simple, mais son application présente plus d'une difficulté. Généralement ces verres sont choisis par des opticiens absolument étrangers à la physiologie de la vision et, par suite, fort mal choisis. Or rien n'est plus pernicieux pour un myope que l'usage de verres qui ne sont pas adaptés à sa vision.

Ce qui rend surtout difficile le choix des verres dans la myopie, c'est qu'avec un verre trop fort le myope peut y voir tout aussi bien qu'avec un verre plus faible. Grâce à des efforts constants d'accommodation, efforts dont nous avons fait plusieurs fois ressortir le danger, le myope peut corriger l'excès de force dispersive du verre et ramener les images sur la rétine. Mais alors son accommodation intervient pour toutes les distances, et la vision de loin le fatigue tout autant que la vision sur des objets rapprochés.

On reconnaît en pratique que le verre choisi par le myope est trop fort lorsque, en l'éloignant de l'œil, ce qui diminue sa force, la vision s'améliore. Il est égale-

* Le foyer F du point R est reporté par l'action divergente de la lentille LL au point F', c'est-à-dire sur la rétine.

ment trop fort si un verre convexe à long foyer placé devant lui, lequel a encore pour effet de diminuer sa force, améliore la vision. Il est, au contraire, trop faible, ou, pour mieux dire, on peut en choisir un plus fort si, lorsqu'on le rapproche de l'œil, les caractères typographiques deviennent plus visibles.

Il n'y a jamais de danger à choisir un verre trop faible, mais il y en a toujours à choisir un verre trop fort, à cause des efforts permanents d'accommodation que ce dernier nécessite. Sauf le cas de myopie très-faible ou de myopie forte dans un œil parfaitement sain, ce qui existe fort rarement, il ne faut pas essayer de neutraliser complétement la myopie, à moins que les verres ne doivent être employés qu'accidentellement, et surtout pour la vision à distance, parce qu'alors, si le verre est bien choisi, l'accommodation n'intervient pas. Ce n'est donc pas de lunettes restant constamment devant les yeux que les myopes doivent faire usage, mais uniquement d'un pince-nez ou d'un binocle, dont ils ne doivent se servir que pour voir de loin. Pour la lecture, je crois que le conseil du savant ophthalmologiste de Græf *de ne jamais se servir de verres concaves* doit être suivi d'une façon absolue.

Les pince-nez dont les myopes font usage doivent être choisis de façon à ce que le centre du verre corresponde exactement au centre de la pupille, ce qui n'a presque jamais lieu avec ceux habituellement en usage. On ne voit pas alors par le centre du verre, mais par une portion plus ou moins rapprochée de sa circonférence, la portion externe généralement; et comme un verre concave peut être considéré comme composé de deux prismes accolés par leur sommet, il s'ensuit que l'image vue à travers la base de ces prismes sera plus ou moins déviée. Les objets paraîtraient alors doubles si les muscles de l'œil ne venaient pas neutraliser l'effet du prisme, c'est-à-dire si, par suite de la contraction permanente des muscles du globe oculaire, ce dernier n'était pas assez dévié de son axe pour que les images des objets tombent toujours sur la partie sensible de la rétine nommée *tache jaune.*

Le myope qui emploie des verres pour lire ou écrire évite, il est vrai, la convergence des yeux et l'asthénopie musculaire que nous avons dit en être la suite; mais comme les verres concaves lui rapetissent les objets, il se rapproche malgré lui de son papier pour avoir des images rétiniennes plus grandes, et force alors l'accommodation à intervenir pour ramener sur la rétine le foyer des rayons lumineux qui autrement s'en éloignerait.

Pour justifier la nécessité des verres pour la lecture, le myope pourrait alléguer, il est vrai, que la position inclinée de la tête est fatigante, et il pourrait ajouter fort dangereuse, à cause de la congestion oculaire qu'elle détermine. Mais il lui est extrêmement facile d'éviter complétement cette position inclinée, au moyen d'un pupitre faisant avec l'horizon un angle variant à volonté, et qui doit être en moyenne de 40 à 45°, ce qui lui permet de rapprocher son papier de ses yeux autant que cela est nécessaire. On a déjà construit plusieurs pupitres de cette sorte, mais ils ont le défaut d'être compliqués et coûteux. Après divers essais j'en ai fait fabriquer un d'une construction si simple qu'il peut être établi par le premier venu. Il consiste simplement en une planche de 40 centimètres de largeur, munie à sa partie inférieure d'une petite saillie qui empêche les objets placés à sa surface de tomber. Une règle clouée sur la table de travail empêche l'extrémité inférieure de cette planche de glisser. Sa partie supérieure repose sur un bloc de bois taillé en pyramide tronquée, de même largeur que la planche. Suivant qu'on rapproche plus ou moins ce dernier du sommet de la planche, on diminue ou on augmente l'angle qu'elle fait avec la table. Si on veut maintenir un cahier ou un livre à un endroit déterminé de ce pupitre sans être obligé de le soutenir, on appuie sa partie inférieure contre une petite règle fixée sur lui, à la hauteur choisie, au moyen d'une vis de pression identique à celle qui permet de fixer à volonté en place le tiroir postérieur des chambres noires.

Quand la myopie est tellement forte que la convergence des yeux est considérable, il est infiniment préférable de ne faire usage que d'un seul œil pour l'écriture et la lecture. C'est ce que font d'instinct, du reste, et le plus souvent sans s'en douter, la plupart des myopes; mais il faut se servir tantôt d'un œil, tantôt de l'autre; autrement, celui qui resterait toujours inactif finirait par devenir amblyopique. Il faut aussi suspendre toutes les demi-heures pendant quelques minutes la lecture ou l'écriture, afin de reposer l'accommodation.

Même quand les verres ne sont pas trop forts et ne doivent servir que pour la vision des objets éloignés, auquel cas la fatigue produite par l'accommodation et la convergence ne saurait intervenir, je suis convaincu, contrairement, du reste, à l'opinion de plusieurs savants ophthalmologistes, que les verres concaves ont sur l'œil une action fâcheuse, qui a pour résultat la diminution de l'acuité visuelle et l'augmentation de la myopie. Cette influence est difficile à expliquer parfaitement au point de vue physiologique; mais on pourrait peut-être l'attribuer à la multiplicité des foyers des verres, produite par leur défaut d'achromatisme, et aux déformations des images, résultant, non-seulement de l'aberration de sphéricité de ces verres, mais encore de ce que, les lentilles n'étant jamais parallèles aux milieux réfringents de l'œil, les objets sont vus avec une netteté inégale dans leurs diverses parties, ce qui détermine des efforts d'accommodation pour ramener les divers foyers sur un même plan, défauts divers auxquels on peut joindre le plus souvent un centrage inexact et, par suite, la transformation du verre en prisme, comme nous l'avons vu plus haut. Alors que la construction des lentilles pour les microscopes, les chambres noires, etc., ont reçu dans ces dernières années des perfectionnements très-considérables, les verres des lunettes sont restés des instruments d'optique grossièrement imparfaits qui n'ont pas subi la moindre amélioration depuis leur origine. A plusieurs reprises, il est vrai, on a tenté de les achromatiser, mais sans y réussir d'une façon pratique.

Quelles qu'en soient les causes, l'usage habituel des verres concaves a pour résultat final, comme nous le disions plus haut, de diminuer l'acuité visuelle et d'augmenter la myopie. Le premier marchand de lunettes venu sait fort bien que la plupart des myopes qui commencent à faire usage de verres prennent bientôt des numéros de plus en plus forts et qu'ils refusaient d'abord. Sans doute, on rencontre des myopes qui toute leur vie ont porté les mêmes verres, mais cela tient le plus souvent à ce que, considérant comme un danger de les changer, ils se sont résignés à une diminution graduelle et, par cela même, peu sensible de la vision.

Les myopes ayant généralement la pupille assez dilatée, leur rétine reçoit beaucoup de lumière, et, comme d'autre part, leur choroïde plus ou moins altérée et amincie ne remplit plus qu'imparfaitement son rôle d'absorber les rayons lumineux en excès, il s'ensuit qu'une lumière un peu vive les fatigue généralement beaucoup. Aussi, la façon dont ils éclairent les objets sur lesquels ils travaillent a-t-elle une grande influence sur la marche de leur affection. Pour lire ou écrire, la lumière doit venir latéralement du côté gauche, un peu en arrière, c'est-à-dire que la table sur laquelle on écrit doit faire un angle de 45° environ avec le mur où est percée la fenêtre qui donne la lumière et être éloigné de cette dernière. L'éclairage tombant d'en haut, comme celui fourni par la partie supérieure de hautes croisées dont la partie inférieure serait masquée, est le meilleur; la lumière venant de face est la plus mauvaise de toutes; celle venant de droite ne vaut pas celle venant de la gauche, parce que l'ombre de la main est portée, quand on écrit, sur le point qu'il faut regarder. Celle venue par derrière produit sur le papier une ombre encore plus considérable.

Quand on emploie la lumière artificielle, bien plus fatigante, comme on le sait, que celle du jour, sans que cependant nous puissions dire exactement pourquoi, la lumière doit tomber, comme précédemment, obliquement du côté gauche. La source

lumineuse doit être placée, au moyen d'une suspension ou d'un support, à un niveau plus élevé que la tête du sujet qui écrit, et l'éclairage suffisant pour que le myope lise aussi loin que sa vue le lui permet; un éclairage insuffisant l'obligerait à rapprocher les yeux et à faire des efforts d'accommodation. Quand la source lumineuse est suffisamment intense, l'interposition entre elle et l'œil d'une mince feuille de papier bleuâtre, qu'on fixe à l'abat-jour avec une épingle, soulage beaucoup la vision.

L'ouverture de la pupille a sur la vision des myopes une influence très-marquée. Les myopes ont généralement la pupille dilatée, et cette dilatation contribue à augmenter leur myopie. Plus la pupille est large, en effet, plus il passe de rayons par la partie périphérique du cristallin, et plus les cercles de diffusion produits sur la rétine sont grands. En diminuant l'ouverture de ce diaphragme, on augmente d'une façon considérable la portée de la vision. En regardant à travers une carte percée d'un trou très-fin pratiqué avec la pointe d'une aiguille les caractères d'un livre bien éclairé, le myope reconnaîtra facilement que sa myopie est presque aussi bien neutralisée qu'avec le verre concave le plus fort qu'il puisse utilement employer. S'il ne pouvait lire des petits caractères qu'à 15 centimètres, par exemple, sans le secours de la carte, il les lira à 50 en regardant à travers cette dernière.

Chez une personne dont l'œil est normal, la vision à distance n'est pas améliorée par les petites ouvertures, parce que quand les objets cessent d'être visibles pour elle, ce n'est pas parce qu'ils ne forment plus leur image sur la rétine, mais uniquement parce qu'ils sont trop petits. Il ne se produit des cercles de diffusion sur la rétine d'un œil normal que quand les objets sont trop rapprochés de cet œil pour que leur image, malgré les efforts de l'accommodation, puisse se former sur elle; mais alors, en regardant à travers un trou, qui réduit l'étendue des faisceaux lumineux reçus dans l'œil et, par suite, les cercles de diffusion des faisceaux réfractés, l'image devient visible. C'est précisément pour réduire le diamètre des faisceaux lumineux traversant la pupille que les myopes clignent habituellement les yeux.

Hypermétropie. L'hypermétropie est l'opposé de la myopie. L'image des objets éloignés, au lieu de se former en avant de la rétine, se forme, comme nous l'avons dit, en arrière. Aussi, pour

les voir distinctement, l'hypermétrope est-il obligé de raccourcir le foyer de son cristallin en faisant intervenir son accommodation, afin de forçer les rayons lumineux à se réunir sur la rétine.

L'hypermétropie est une affection fort commune, qui a été longtemps confondue avec la presbytie. Elle s'en rapproche, il est vrai, par quelques symptômes, mais elle en diffère essentiellement par d'autres, et surtout par ses causes. Le presbyte ne voit pas les objets rapprochés parce que son cristallin, ayant perdu de son élasticité, ne peut changer facilement de foyer sous l'influence du muscle ciliaire. Chez l'hypermétrope, le cristallin est normal, mais l'œil est trop court, et les images se forment ainsi en arrière de la rétine. Mais, par le fait même que son accommodation est normale, il peut, le plus souvent, agir assez sur son cristallin pour raccourcir suffisamment le foyer de ce dernier et, par suite, ramener sur la rétine les images des objets.

L'accommodation intervient donc constamment chez l'hypermétrope pour maintenir son cristallin suffisamment convexe, tandis que dans l'œil normal elle n'intervient que pour la vision sur les objets rapprochés. Si le muscle de l'accommodation, c'est-à-dire le muscle ciliaire, est puissant, l'anomalie résultant du trop grand raccourcissement de l'œil sera complétement masquée, et l'hypermétrope verra bien de près comme de loin. Mais tout muscle qui fonctionne sans relâche finissant toujours par se fatiguer, l'hypermétrope ne saurait travailler un certain temps sans fatigue.

En général, l'hypermétrope voit mieux de loin que de près et avec moins de fatigue, car, ayant déjà employé une partie de son accommodation pour la vision à distance, il ne lui en reste que fort peu pour la vision sur les objets rapprochés, c'est-à-dire que son cristallin, déjà rendu très-convexe pour les objets éloignés, ne peut que très-difficilement être rendu plus convexe encore pour les objets rapprochés. Les efforts que fait le muscle ciliaire pour lui maintenir la convexité nécessaire ont bientôt pour résultat une faiblesse visuelle, produite par la fatigue de l'accommodation, qu'on désigne sous le nom d'*asthénopie accommodative*. Le malade ne peut écrire ou lire qu'un temps fort court ; s'il persiste, le muscle ciliaire cesse d'agir et la vision se trouble.

Il est évident que, puisque, par suite du raccourcissement de l'œil, le foyer du cristallin de l'hypermétrope est trop long, le moyen de rendre ce foyer plus court est de placer devant l'œil des verres convergents, c'est-à-dire des verres convexes. Ils améliorent chez lui la vision de près et à distance, tandis que chez le presbyte c'est seulement la vision sur les objets rapprochés qui est améliorée par eux.

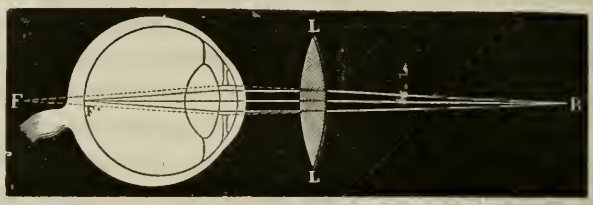


Fig. 241.
*Influence des lentilles convexes sur la marche des rayons lumineux dans l'œil hypermétrope.**

L'hypermétrope doit se servir de verres aussitôt qu'il éprouve de la fatigue en lisant. C'est le seul moyen qu'il ait d'empêcher la fatigue de son accommodation.

Tandis que le myope doit choisir le verre le plus faible avec lequel il voit le mieux, l'hypermétrope doit choisir, au contraire, le verre le plus fort avec lequel la vision est rendue la plus nette. Chez ce dernier, en effet, les verres ne relâchent pas immédiatement toute l'accommodation, qui continue à corriger une partie de l'hypermétropie et à la masquer. Chez le myope, au contraire, le verre trop fort amène immédiatement des efforts d'accommodation pour raccourcir le foyer du cristallin de façon à contrebalancer l'excès de force dispersive du verre.

Astigmatisme. Cette forme d'amétropie consiste, comme nous l'avons déjà dit, en ce que les courbures de l'œil ne sont pas les mêmes dans tous les sens. Hypermétrope, par exemple, dans un méridien, l'œil est normal dans un autre, et en fixant le regard sur un papier recouvert de lignes verticales et de lignes

* Le foyer F du point R est reporté en F', c'est-à-dire sur la rétine, par l'action de la lentille convergente LL.

horizontales également espacées, il ne voit pas celles tracées dans un sens à la même distance que celles tracées dans l'autre.

Lorsque l'astigmatisme dépasse certaines limites, il en résulte pour le méridien où la vue est la moins longue la production de cercles de diffusion qui troublent la netteté des images formées dans les méridiens dont la réfraction est différente.

Un des effets les plus importants de l'astigmatisme est d'altérer plus ou moins la forme des objets. C'est à cette anomalie de l'œil qu'on peut attribuer les imperfections constatées dans les tableaux de divers artistes. Supposons qu'un peintre soit atteint de cette forme d'astigmatisme dans laquelle la vision est normale pour les lignes verticales, mais myope pour les lignes horizontales, il verra les objets allongés dans leur direction verticale, qui est celle où il les voit le mieux. Le cou et l'ovale des figures de ses modèles lui paraîtront, par suite, beaucoup plus longs qu'ils ne le sont réellelement, et, nécessairement, il les représentera tels qu'il les voit, c'est-à-dire trop allongés. Si nous rendons notre œil astigmate comme le sien, au moyen de verres cylindriques convenablement choisis, nous verrons aussitôt tous ces défauts disparaître. Avec de tels verres, en effet, l'image d'un objet carré auquel le peintre avait donné la forme d'un rectangle allongé dans le sens de sa hauteur prend l'aspect d'un carré.

Nous avons vu qu'on constatait l'existence de l'astigmatisme en recherchant si un disque opaque percé d'une fente placé devant l'œil améliorait la vision. La direction dans laquelle il faut placer la fente pour éliminer les cercles de diffusion et, par suite, rendre la vision plus nette, indique dans quel méridien la vision est la meilleure.

L'astigmatisme est fréquent chez les sujets atteints de myopie. Sa cause la plus commune est une altération de forme de la cornée, qui est habituellement plus convexe dans son méridien vertical que dans son méridien horizontal. L'altération peut porter simultanément sur le cristallin et la cornée, et l'irrégularité de la première neutraliser la seconde ou s'ajouter à elle.

On remédie à l'astigmatisme régulier, c'est-à-dire à celui dans lequel la courbure des surfaces réfringentes est régulière dans toute

l'étendue du méridien, au moyen de verres cylindriques, ainsi nommés parce que, au lieu d'être travaillés, comme les verres ordinaires, par un mouvement rotatoire sur la surface d'une sphère, ils sont travaillés par un mouvement de va-et-vient sur une surface cylindrique. De tels verres ne produisent d'effets optiques que dans une direction. On les fait, comme les verres sphériques, concaves ou convexes; les premiers s'emploient contre l'astigmatisme myopique; les seconds, contre l'astigmatisme hypermétropique. Les essais faits sur l'œil malade indiquent l'angle que l'axe des cylindres doit faire avec la verticale et, par suite, la position à leur donner dans leur monture.

L'astigmatisme irrégulier, c'est-à-dire celui dans lequel la réfraction varie dans les divers secteurs d'un même méridien, est, en général, au-dessus des ressources de l'art.

Presbytie. L'œil presbyte est, comme nous l'avons dit, un œil d'une longueur normale, mais dont l'accommodation est plus ou moins paralysée, soit parce que le cristallin, sous des influences diverses, et notamment celle de l'âge, a perdu de son élasticité et n'obéit plus, par suite, à l'action du muscle ciliaire; soit parce que ce même muscle, plus ou moins paralysé, cesse de fonctionner, bien que le cristallin n'ait subi aucune altération. Il en résulte que les objets situés à une grande distance sont nettement visibles, car l'œil est construit de façon que l'accommodation n'intervient pas pour les objets éloignés, mais que la vision sur les objets rapprochés est impossible. L'œil presbyte peut être comparé à une chambre noire mise au point avec la crémaillère de la lentille et qu'on rapprocherait de l'objet sans pouvoir faire changer le foyer de la lentille.

La presbytie n'est donc, en aucune façon, comme on le dit généralement, le contraire de la myopie; elle est une anomalie de l'accommodation dont la puissance a diminué. C'est l'état habituel de l'œil dans la vieillesse. Elle commence vers 40 ans et va toujours en augmentant.

Lorsque le point le plus rapproché où la vision distincte est possible n'est qu'à 10 pouces environ, les caractères sont trop

petits pour être nettement perçus, et le presbyte est obligé de prendre des verres convexes, de façon à raccourcir le foyer de son cristallin et pouvoir, par suite, rapprocher les objets. Ces verres doivent être choisis de façon à ce qu'ils permettent la lecture à 18 pouces environ, distance qui est la plus commode pour la lecture.

La myopie et la presbytie peuvent parfaitement coexister, et c'est même, comme nous l'avons dit, ce qui arrive chez la plupart des myopes et a fait croire que leur vue s'améliore avec l'âge. Leur *punctum remotum* s'éloignant dans la vieillesse, par suite de la paralysie de l'accommodation, ils ne peuvent plus y voir de près, et sont obligés d'éloigner de leurs yeux le livre qu'ils veulent lire; mais ils n'y voient pas mieux de loin. Ils sont presbytes de près et obligés souvent de prendre des verres convexes pour les objets rapprochés, mais toujours myopes et toujours obligés de prendre des verres concaves pour les objets éloignés.

En terminant l'étude de la vision, nous ne regrettons pas les développements que nous avons cru devoir consacrer à cette importante fonction et à la physiologie des troubles qui peuvent l'atteindre. Sans doute, sur bien des points l'obscurité règne encore, et sur bien des points aussi la thérapeutique est restée incertaine; mais le chemin déjà parcouru n'était pas moindre que celui qui reste à parcourir. En renonçant aux vieilles traditions médicales pour emprunter aux physiciens leurs procédés rigoureux d'observation et leurs habitudes de raisonnement, l'ophthalmologie est résolument entrée dans une voie où toutes les branches de l'art de guérir devront nécessairement s'engager à leur tour.

CHAPITRE III.

L'OUIE.

§ 1er. *Le son.* — Nature et propriétés du son. — Qualités du son. — Intensité, hauteur et timbre. — Propagation du son. — Longueur des ondes. — Destruction du son par le son. — Analyse des sons. — Résonnateurs. — Réflexion et réfraction du son. — Vibrations des cordes et des membranes. — Dissonnance et consonnance. — Causes physiologiques de l'harmonie. — § 2. *Structure de l'oreille.* — Oreille externe. — Oreille moyenne. — Oreille interne. — Organe de Corti. — § 3. *Mécanisme de l'audition.* — Rôle de l'oreille externe, de la membrane du tympan, de la chaîne des osselets, de l'oreille interne, de la trompe d'Eustache, etc. — Décomposition des sons par les trois mille fibres de l'organe de Corti. — Durée des impressions auditives. — Appréciation de la direction des sons. — Sensations subjectives de l'ouïe. — § 4. *Physiologie des troubles de l'audition.* — Imperfection de nos connaissances relatives à la pathologie de l'oreille.

Comme la chaleur, l'électricité et la lumière, le son est encore une des formes du mouvement. Il est engendré par les vibrations communiquées aux milieux dans lesquels tous les êtres vivants sont plongés. Reçues par un organe spécial, l'oreille, ces vibrations produisent les sensations acoustiques.

A mesure que nous avançons dans l'étude des phénomènes, nous retrouvons le mouvement partout. Les sens ne perçoivent, en réalité, que les diverses formes de mouvement de la matière, et, sans elles, la connaissance de la matière même leur échapperait fatalement.

Jusqu'à une époque toute récente, l'étude du son était restée enfermée dans d'étroites limites ; la physiologie de l'audition était tout à fait dans l'enfance; la musique semblait un art mystérieux dont la science serait toujours impuissante à découvrir les lois, et les plus savants ouvrages d'harmonie n'étaient qu'un exposé de règles empiriques léguées par la tradition.

Grâce aux découvertes de la physique moderne, la connaissance des lois de l'acoustique et l'explication des phénomènes de l'audi-

tion ont fait, ces dernières années, des progrès rapides. Faisant, pour le son, ce que fit jadis Newton pour la lumière, Helmholtz est parvenu à décomposer les sons les plus complexes et à découvrir les éléments qui les constituent. Il a montré comment l'oreille fait cette analyse, et mis en évidence les causes, si profondément ignorées jusqu'à lui, de cette propriété bizarre que nous nommons le timbre, *die Klangfarbe* — la couleur des sons, — comme on le dit en Allemagne. La musique est devenue alors une science ayant ses lois, et les phénomènes les plus cachés de l'audition commencent à pouvoir être facilement compris.

Suivant la marche que nous avons adoptée déjà pour la vision, nous étudierons successivement, dans ce chapitre, l'agent physique de la sensation acoustique, le *son ;* la structure de l'appareil qui le perçoit, l'*oreille;* le mécanisme de cette perception, l'*audition*, et nous dirons enfin quelques mots du peu que nous savons sur la physiologie des troubles susceptibles d'atteindre cette fonction.

§ 1er.

LE SON.

Nature et propriétés du son. Nous avons vu qu'on donne le nom de *son* à une sensation spéciale produite dans l'oreille par le mouvement vibratoire des corps. Pour être perçu par l'oreille, ce mouvement vibratoire doit être compris dans des limites déterminées, qui ne descendent pas au-dessous de 16 vibrations par seconde et ne vont pas au delà de 73,000, nombre en apparence immense, mais infiniment minime en réalité quand on le compare à celui des vibrations lumineuses ou calorifiques dans le même temps.

La sensation auditive ne peut se produire qu'à la condition qu'il y ait, entre le corps qui vibre et l'oreille, un milieu intermédiaire, tel que l'air, ou un corps gazeux, liquide ou solide quelconque, susceptible de transmettre ces vibrations. Dans le vide, le son n'est plus perçu. Lorsqu'on place, en effet, un timbre mû par un mécanisme d'horlogerie sous une cloche où l'on fait le vide, le

bruit diminue à mesure que la raréfaction de l'air augmente, et il cesse quand cette raréfaction est complète.

Les sons semblent pouvoir être confusément perçus, dans certaines circonstances, comme impressions tactiles. Le bruit du canon produit un ébranlement de l'air que les sourds perçoivent parfaitement. A l'aide du toucher, on perçoit les oscillations d'un corps qui vibre. En appuyant le dos contre celui d'un individu qui parle, on sent très-nettement les vibrations de la cage thoracique.

Trois qualités fondamentales, l'*intensité*, la *hauteur* et le *timbre*, distinguent les sons entre eux.

L'*intensité* d'un son, c'est-à-dire sa force ou sa faiblesse, dépend de l'amplitude des vibrations, en d'autres termes, de l'espace parcouru par les molécules vibrantes dans leur mouvement de va-et-vient. Quand on frappe un timbre, le son, d'abord intense, s'affaiblit graduellement à mesure que les vibrations perdent de leur amplitude et que le métal rentre au repos.

Nous possédons des instruments pour mesurer l'intensité de la lumière, de l'électricité, de la chaleur, etc., mais nous n'en possédons encore aucun pour mesurer l'intensité du son.

La *hauteur* d'un son dépend du nombre des vibrations exécutées par le corps vibrant dans un temps donné. Plus le son est bas ou grave, moins les vibrations sont rapides; plus il est aigu ou élevé, plus elles sont nombreuses. Quand le nombre des vibrations est inférieur à 16 par seconde, le son est trop grave pour être entendu; il est trop aigu si ce nombre est supérieur à 73,000. Et même les sons produits par des vibrations aussi nombreuses ne peuvent-ils être perçus que par un très-petit nombre de personnes. Les notes les plus aiguës qu'on entende habituellement avec les appareils perfectionnés de Kœnig ne correspondent pas à plus de 40,000 vibrations. L'*ut* le plus bas de nos pianos fait 66 vibrations par seconde. Dans les grands jeux d'orgue, il y a une octave au-dessous de cet *ut*, qui ne fait que 32 vibrations par seconde, mais l'oreille ne la perçoit que comme un bourdonnement. Quant à l'*ut* le plus élevé, il correspond à 8400 vibrations. Ce sont là les limites extrêmes dans lesquelles sont compris les sons ayant un

caractère musical. On dit que deux sons vibrent à l'*unisson* quand ils sont produits par un même nombre de vibrations par seconde. Quel que soit l'instrument qui le produit, un son a toujours la même hauteur quand il résulte du même nombre de vibrations. Cependant la sensation produite sur l'oreille par deux sons de même hauteur et de même intensité peut être très-différente : c'est qu'en effet, outre sa hauteur et son intensité, le son possède une troisième qualité, à laquelle on a donné le nom de *timbre*. C'est lui qui permet de reconnaître la nature d'un instrument, la voix d'une personne, de juger de son sexe, de deviner les sentiments qui agitent notre interlocuteur quand il parle. Comme nous l'avons déjà dit, les Allemands désignent cette qualité du son par l'expression *Klangfarbe*, qui signifie : couleur des sons.

Les causes du timbre furent longtemps ignorées ; ce n'est que depuis une époque récente que nous savons qu'il est, ainsi que nous allons l'expliquer, le résultat d'un mélange de sons fondamentaux avec des sons plus aigus et plus faibles qui les accompagnent.

Faisons vibrer une corde tendue comme celle d'un violon, par exemple ; en écoutant le son rendu par la corde pendant qu'elle vibre, il est facile de reconnaître que la note fondamentale est accompagnée de deux ou trois notes plus hautes et plus faibles, qui semblent les échos de la première. Cela résulte de ce que la partie vibrante de la corde s'est spontanément divisée en segments qui se sont mis à vibrer séparément comme des cordes distinctes, en rendant des sons d'autant plus aigus que les segments sont plus courts et, par suite, exécutent des vibrations plus nombreuses, pendant que, sous l'influence de l'impulsion qu'elle avait reçue, la totalité de la corde entrait en vibration et rendait un son beaucoup plus grave.

Tout son est donc accompagné d'un cortége de notes supérieures plus ou moins affaiblies. C'est à ces dernières qu'on a donné le nom de *notes harmoniques*, mot mal choisi, car il semble impliquer l'idée d'accord, alors que les notes rendues par un grand nombre de corps sonores sont accompagnées d'harmoniques absolument discordantes.

A moins d'une certaine attention, l'oreille perçoit les harmoniques et la note fondamentale comme un ensemble, où domine nécessairement cette dernière. C'est précisément de la fusion du son fondamental avec le cortége de notes plus aiguës qui l'accompagnent que résulte le timbre musical. Il varie suivant les instruments, parce que ce ne sont pas les mêmes harmoniques qui prédominent dans chacun d'eux. Le son est désagréable quand les harmoniques entendues ne sont pas en accord avec les notes fondamentales. Les instruments à cordes : violons, pianos, etc., sont les plus féconds en harmoniques. Dans la cloche, le son fondamental s'accompagne d'harmoniques aiguës qui ne sont pas en accord avec la note principale. Dans les instruments de cuivre, les harmoniques les plus aiguës ont une grande intensité, ce qui donne à ces instruments un son criard.

Quand un grand nombre de sons, très-différents, se combinent entre eux, ils forment un ensemble confus n'ayant plus rien de périodique ; la sensation qui en est le résultat prend le nom de *bruit*. Comme le dit Helmholtz, la sensation du son musical est causée par des mouvements rapides et périodiques des corps sonores ; la sensation de bruit, par des mouvements non périodiques.

Propagation du son. Nous avons déjà dit, à propos de la lumière, que la propagation du son peut se comparer à celle des ondes circulaires qu'on détermine en jetant un corps pesant dans l'eau. Ces ondes se propagent, comme on le sait, suivant des cercles concentriques de plus en plus larges ; mais les molécules du liquide n'exécutent que des mouvements de va-et-vient extrêmement limités. En jetant à la surface d'un liquide un corps plus léger, on voit que, quels que soient ses mouvements vibratoires, le corps ne change pas de place. On peut comparer la marche de l'onde à la transmission du mouvement à travers une rangée de billes placées l'une contre l'autre. La première de ces billes ayant reçu un choc, la dernière seule entre en mouvement ; chacune, après avoir transmis à la suivante le mouvement dont elle était animée, est revenue immédiatement à sa position première.

Pendant la propagation d'un son, chaque couche de l'air commu-

nique intégralement son mouvement à la couche suivante et rentre aussitôt après au repos. On comprend, par suite, qu'à un moment donné il n'y ait jamais qu'une couche gazeuse en mouvement; aussi des ondes successives peuvent-elles se propager sans se gêner mutuellement, puisque chacune d'elles, au moment où elle va envahir une couche quelconque, la trouve au repos.

Nous avons déjà comparé les ondes liquides et les ondes lumineuses à des montagnes séparées par des vallées. Chaque onde sonore peut également être considérée comme composée de deux parties, l'une condensée — la montagne, — et l'autre raréfiée — la vallée.

Dans un espace libre, l'onde sonore se propage en s'affaiblissant toujours à mesure que les ondes circulaires deviennent plus grandes, parce que la quantité d'air que chaque onde doit mettre en mouvement s'accroît à mesure que l'onde progresse. La somme de mouvement vibratoire répandue à la surface d'une onde sonore étant, en effet, constante, quelle que soit l'amplitude de l'onde, il est évident que plus la sphère qui constitue l'onde aura une surface considérable, plus la quantité de mouvement vibratoire dont sera animé chacun de ses points sera minime. La surface d'une sphère étant proportionnelle au carré de son rayon, il en résulte que l'intensité du son est en raison inverse du carré de la distance qui sépare l'observateur du corps sonore.

Lorsque, au lieu de se propager dans l'air libre, le son se propage dans un tube cylindrique, les ondes, ne pouvant pas, à cause des parois du tube, augmenter constamment de surface, conservent indéfiniment, sauf la résistance due aux frottements, une intensité égale.

Cette propriété des tubes de conserver le son sans lui laisser perdre de son intensité a reçu des applications pratiques importantes. Les diverses parties d'un édifice ou d'une usine étant reliées par un tube, il suffit de parler à l'une des extrémités de ce tube pour envoyer un ordre dans les parties de l'établissement où aboutit l'autre extrémité.

Le son se propage dans l'air avec une vitesse qui croît selon la température. A 0° elle n'est que de 333 mètres par seconde. C'est une rapidité de transmission fort minime, si on la com-

pare à celle de la lumière, qui est de 77,000 lieues par seconde; aussi voyons-nous la flamme produite par un coup de canon bien avant d'en entendre le bruit. On peut même, du nombre de secondes qui s'écoule entre l'apparition de l'éclair et le moment où s'entend le son, déduire la distance à laquelle on se trouve du canon. Réciproquement, cette distance étant connue, si l'on voulait calculer la vitesse de propagation du son, on l'obtiendrait par le temps écoulé entre le moment de la perception de l'éclair et celui de la perception du son. C'est, du reste, par ce moyen que la rapidité de transmission du son a été déterminée pour la première fois. Dans l'hydrogène, la vitesse du son est de 1300 mètres par seconde; dans l'eau, elle est de 1500 mètres; dans le sapin, de 4600 mètres; dans le fer, de 5000 mètres.

Le nombre des vibrations exécutées par un corps en une seconde se calcule au moyen d'appareils divers, dont le plus usité est celui décrit dans tous les traités de physique sous le nom de *sirène*. On peut aussi les mesurer par la méthode graphique dont nous avons déjà parlé. Munissons le corps sonore dont nous voulons compter les vibrations d'un crayon en rapport avec une feuille de papier recouverte de noir de fumée enroulée autour d'un cylindre mû par un mécanisme d'horlogerie, et sur laquelle un chronomètre pointeur fait une marque toutes les secondes. Il est clair que le nombre de zigzags tracés par le corps vibrant entre deux marques du compteur fera connaître le nombre de vibrations qu'il a exécutées en une seconde.

La longueur des ondes se déduit facilement de la vitesse de propagation du son et du nombre de vibrations exécutées par le corps vibrant en un temps donné. Si le corps ne faisait qu'une vibration par seconde, la longueur de l'onde correspondante serait de 333 mètres; s'il en faisait deux, elle serait de moitié; s'il en faisait 3, d'un tiers, 100 d'un centième. Un son qui fait 100 vibrations par seconde a donc des ondes de $3^m,33$ de longueur; la longueur des ondes correspondant à des voix d'hommes dans la conversation ordinaire varie de $2^m,5$ à $3^m,5$; celles des ondes produites par des voix de femmes, de $0^m,6$ à $1^m,2$.

Nous avons vu, dans le précédent chapitre, comment les ondes

peuvent se détruire réciproquement et, par suite, comment de la lumière ajoutée à de la lumière peut produire de l'obscurité, et du son ajouté à du son, du silence. Nous ne reviendrons pas sur ce point et rappellerons seulement que les ondes, que nous avons comparées à des montagnes séparées par des vallées, se détruisent lorsque, par suite de la naissance des ondes à des moments différents ou de leur vitesse inégale, les parties saillantes des unes peuvent se superposer aux parties profondes des autres. C'est là assurément un des phénomènes les plus curieux de la physique et qui, sans l'hypothèse des ondulations, serait impossible à comprendre.

Analyse des sons. Malgré la forme changeante des corps, la chimie sait depuis longtemps déceler leur existence dans les composés les plus complexes; mais le physicien est resté longtemps impuissant à reconnaître au milieu d'un mélange de sons l'existence d'une note déterminée. Grâce à l'instrument nommé *résonnateur*, il est actuellement possible de constater dans le charivari le plus discordant l'existence ou l'absence d'une note déterminée. Dans le sifflement du vent, dans le murmure des foules, dans le bruissement des forêts, cet instrument révèle infailliblement la note la plus cachée.

L'appareil qui sert ainsi à révéler l'existence d'un son et à l'isoler des autres comme le chimiste isole, dans un mélange, le corps qu'il recherche, consiste en une sphère creuse, de métal, munie d'une sorte de prolongement aux deux extrémités de l'un de ses diamètres. Lorsqu'un appareil de cette nature est traversé par un courant d'air qu'on y projette, il rend un son qui varie suivant sa dimension et sa forme, mais qui demeure toujours le même pour le même appareil. En approchant, par suite, de son ouverture un corps vibrant à l'unisson de la note qu'il donne quand on y projette de l'air, cette note est très-renforcée.

Si une extrémité du résonnateur est placée dans l'oreille, alors que l'autre est dirigée vers un mélange de sons plus ou moins confus, on reconnaît bientôt que la note pour laquelle est accordé l'instrument est considérablement renforcée au détriment des autres, et, par suite, que c'est celle qu'on entend le mieux. Dans le mélange

de sons le plus complexe, elle éclate avec force chaque fois que l'harmonie la ramène.

Avec une série de résonnateurs construits chacun pour une note déterminée, on peut donc, comme nous le disions plus haut, connaître exactement les notes qui existent dans un ensemble de sons quelconques. Si l'instrument ne dit rien, la note cherchée n'existe pas. Si la note propre du résonnateur s'y trouve, elle est aussitôt renforcée et pour ainsi dire isolée des autres.

Réflexion et réfraction du son. Le son se réfléchit et se réfracte exactement comme la lumière, ce qui nous montre une fois de plus, en passant, l'analogie qui existe entre ces deux formes de mouvement de la matière.

Les lois de la réflexion du son sont identiques à celles de la réflexion de la lumière. L'angle de réflexion que fait le rayon sonore avec la ligne perpendiculaire à la surface réfléchissante est, comme pour les rayons lumineux, égal à l'angle d'incidence. Les mêmes appareils qui servent à constater les lois de la réflexion de la lumière servent à constater aussi celles de la réflexion du son. Si on met une montre au foyer d'un miroir concave placé en face d'un autre miroir du même genre, on entend distinctement le tictac de l'instrument au foyer de ce dernier. Au Conservatoire des arts et métiers de Paris, il existe une salle où des paroles prononcées à voix basse dans un angle de la salle sont nettement entendues à l'angle opposé, et ne le sont nullement par les personnes placées dans l'intervalle.

Les draperies et les tapis éteignent les ondes sonores, tandis que les boiseries et les corps élastiques les réfléchissent. Lorsque, en raison de la distance, le son direct et le son réfléchi arrivent en même temps aux oreilles de l'observateur, le son primitif est renforcé. Mais quand la surface réfléchissante est assez éloignée de l'observateur pour que l'arrivée des ondes directes et celle des ondes réfléchies soient séparées par un intervalle, les deux sons sont perçus l'un après l'autre, et il y a ce qu'on nomme *écho*. Quand les ondes sont renvoyées successivement sur plusieurs surfaces réfléchissantes, l'observateur entend le même son répété

plusieurs fois; certains échos répètent jusqu'à quinze fois le même son.

La *réfraction* du son, c'est-à-dire le changement de direction qu'éprouvent les ondes sonores lorsqu'elles passent d'un milieu dans un autre, se constate en plaçant au foyer d'un ballon de collodion en forme de lentille convexe rempli d'un gaz plus dense que l'air, comme l'acide carbonique, par exemple, une montre en mouvement. Il est alors facile de reconnaître par l'oreille placée de l'autre côté du ballon que les ondes sonores réfractées s'entendent bien mieux dans un point déterminé qui est le foyer acoustique de la lentille constituée par le ballon.

Vibration des cordes et des membranes. Les membranes convenablement tendues vibrent très-facilement, en rendant des sons variables suivant leurs dimensions et leur degré de tension. Pendant leur vibration, elles se divisent spontanément en un certain nombre de parties qui vibrent comme si elles étaient isolées; ces diverses parties sont séparées par des points où les vibrations sont à peine sensibles et que l'on nomme *nœuds* ou *lignes nodales;* le point où se trouve le maximum d'amplitude des vibrations a été désigné sous le nom de *ventre de vibration*. On met ces phénomènes en évidence en faisant vibrer, avec un archet, une membrane tendue sur un cadre et recouverte de sable fin. On voit le sable fuir les parties vibrantes pour se rassembler dans les parties en repos, c'est-à-dire dans les lignes nodales, en formant des dessins symétriques très-réguliers.

Dissonnance et consonnance. — Causes physiologiques de l'harmonie. — Chacun sait que l'effet des divers sons sur l'oreille est loin d'être identique : les uns l'impressionnent agréablement, tandis que les autres agissent, au contraire, sur elle d'une façon désagréable. Les premiers sont désignés sous le nom de *sons consonnants;* les seconds, sous le nom de *sons dissonnants*. Deux notes sont dissonnantes lorsque, résonnant ensemble, elles se troublent mutuellement de façon à produire ces intermittences périodiques de force et de faiblesse auxquelles on a donné le nom de *battements*, et de même que le passage de l'obscurité à la lumière

où les vacillations d'un corps lumineux sont fatigantes pour l'œil, de même les oscillations du son sont désagréables pour l'oreille. Quand, au contraire, les sons ne se contrarient pas, il ne se produit pas de battements et les notes sont consonnantes.

Les battements sont un phénomène d'interférence qu'on observe quand des ondes sonores s'ajoutent et se détruisent alternativement.

L'expérience a appris depuis longtemps que le nombre de vibrations correspondant à des sons consonnants est toujours dans un rapport simple*. L'unisson et l'octave forment l'accord consonnant le plus simple. Quand deux sons se trouvent exactement à l'octave l'un de l'autre, c'est-à-dire quand un des sons fait dans le même temps deux fois autant de vibrations que l'autre son, les harmoniques de l'un coïncidant exactement avec les harmoniques de l'autre, il n'y a pas de battements possibles. C'est pour cette raison que l'octave est l'intervalle consonnant le plus parfait. Dès que l'accord des deux sons est troublé, les harmoniques se dédoublent, et il en résulte pour l'oreille une sensation désagréable.

§ 2.

STRUCTURE DE L'OREILLE.

Chez les animaux les plus inférieurs, l'appareil auditif est simplement constitué par une membrane ayant la forme d'un sac plein de liquide dans lequel se ramifient les terminaisons du nerf acoustique. Cette membrane est munie d'un épithélium garni de prolongements analogues à de grands cils qui se mettent en rapport avec les fibres nerveuses. Les vibrations du milieu ambiant se transmettent directement à ce liquide et, par suite, aux terminaisons nerveuses qui flottent dans son sein.

* Les consonnances ou accords simples admis par les musiciens sont caractérisés par les rapports suivants :

Octave	1 : 2	Tierce mineure . .	5 : 6
Quinte.	2 : 3	Sixte majeure. . .	3 : 5
Quarte	3 : 4	Sixte mineure. . .	5 : 8
Tierce majeure . .	4 : 5		

Cet organe fondamental existe chez tous les animaux; mais à mesure qu'on s'élève dans la série vivante, il vient s'y ajouter des annexes plus ou moins compliquées, destinées à protéger ou à rendre plus sensible l'appareil auditif.

Chez les animaux supérieurs et chez l'homme, l'oreille peut être considérée comme composée de trois parties : 1° l'*oreille externe*, comprenant le *pavillon* et le *conduit auditif*; 2° l'*oreille moyenne* ou *caisse du tympan*; 3° l'*oreille interne* ou *labyrinthe*.

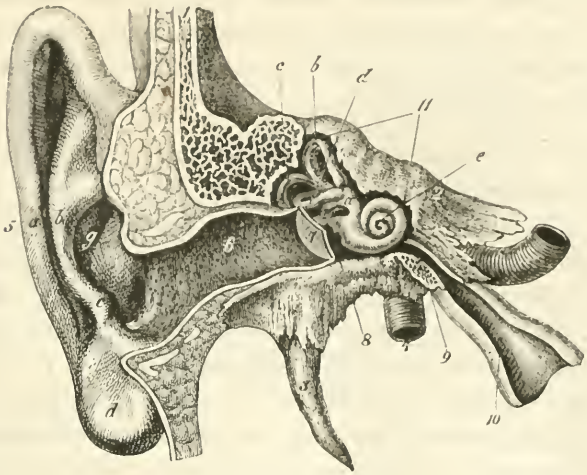


Fig. 242. — *Coupe de l'oreille.**

Le *pavillon* est une lame cartilagineuse de forme irrégulière, présentant des replis nombreux et susceptible chez beaucoup d'animaux d'être mise en mouvement par des muscles dits *auriculaires*, qui n'existent qu'à l'état de vestige chez l'homme.

Le *conduit auditif externe* est un canal cartilagineux en dehors, osseux en dedans. Il est tapissé par la peau et contient des glandes qui sécrètent un produit visqueux, le *cérumen*, dont l'effet est de retenir les corps qui pourraient pénétrer dans son intérieur.

* 1) Os temporal. — 2) Rocher. — 3) Apophyse styloïde. — 4) Carotide interne. — 5) Pavillon de l'oreille. — *a*) Hélix. — *b*) Anthélix — *c*) Antitragus. — *d*) Lobule. — *g*) Cavité de la conque. — 6) Conduit auditif externe. — 7) Membrane du tympan. — 8) Cavité du tympan. — 9, 10) Trompe d'Eustache. — 11) Oreille interne. — *a*) Vestibule. — *b*, *c*, *d*) Canaux demi-circulaires. — *e*) Limaçon.

Après un parcours de 3 centimètres, le conduit auditif externe se termine par la membrane du tympan, qui est tendue, comme la peau d'un tambour, sur une sorte de cadre osseux faisant corps avec l'os temporal. Sa surface externe est légèrement concave par suite de la traction exercée sur sa face interne par la chaîne des osselets.

La membrane du tympan n'a qu'un dixième de millimètre d'épaisseur; elle est formée de fibres de tissu conjonctif, les unes circulaires, les autres radiaires, riches en vaisseaux, et est tapissée en dehors par un prolongement très-mince de la peau et en dedans par la muqueuse de la caisse du tympan, réduite à une couche d'épithélium pavimenteux.

L'*oreille moyenne* ou *caisse du tympan* est une cavité creusée dans le rocher entre le conduit auditif externe, d'où elle reçoit les ondes sonores, et le labyrinthe, auquel elle les transmet. L'orifice qui la fait communiquer avec le conduit auditif externe est fermé par la membrane du tympan; ceux qui la font communiquer avec le labyrinthe, c'est-à-dire la *fenêtre ovale* et la *fenêtre ronde*, sont également fermés chacun par une mince membrane.

L'oreille moyenne est traversée, dans toute sa longueur, par une sorte de chaîne formée d'une suite de petits os articulés entre eux par des ligaments et nommés d'après leur forme : le *marteau*, l'*enclume*, l'*os lenticulaire* et l'*étrier*. Cette chaîne se fixe, du côté externe, par le marteau sur la membrane du tympan, dans laquelle la longue apophyse du tympan est enclavée, et du côté interne, par l'étrier sur la membrane fermant la fenêtre ovale. Chez les animaux inférieurs, la chaîne des osselets est remplacée par une tige rigide.

La chaîne des osselets peut être mise en mouvement par plusieurs muscles, sur le nombre desquels les anatomistes ne sont pas d'accord. Le plus important est le *muscle interne du marteau*, qui va du manche du marteau à la partie cartilagineuse de la trompe d'Eustache et à l'épine du sphénoïde. Il tire en dedans le marteau et, par suite, la membrane du tympan, dont il augmente la convexité intérieure. Les antagonistes qu'on lui décrivait autrefois

ne semblent être que des ligaments. En raison de son élasticité, la membrane du tympan revient d'elle-même à sa position de repos dès que son muscle tenseur cesse de se contracter.

L'oreille moyenne se prolonge en avant jusque dans la cavité des arrière-narines par la trompe d'Eustache, et en arrière, par des cellules nommées *mastoïdiennes*, dans toute l'épaisseur de la portion mastoïdienne de l'os temporal. On pense que ces cellules servent à augmenter la cavité du tympan, qui est fort petite, et à

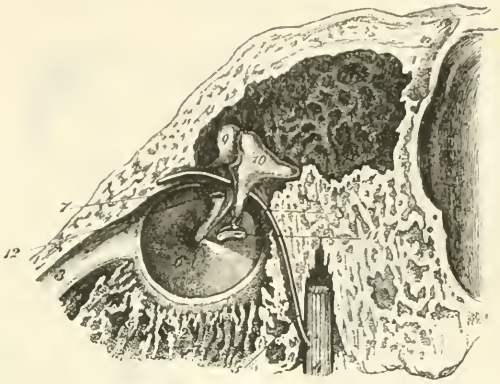


Fig. 243. — *Membrane du tympan vue par sa face postérieure et chaîne des osselets.**

rendre ainsi moins sensible l'influence des variations trop subites de pression de la couche d'air qui y est contenue. Elles sont très-développées chez les oiseaux, qui, par suite de leur élévation rapide dans l'atmosphère, sont exposés à de brusques changements de pression.

La *trompe d'Eustache* va de l'oreille interne à l'arrière-gorge; son orifice pharyngien très-évasé est à 7 centimètres derrière l'ouverture antérieure des fosses nasales. Elle sert à établir une communication permanente entre l'air de la caisse du tympan et l'air extérieur, de façon à ce que la pression supportée par les deux

* 1, 2) Os temporal. — 3) Trompe d'Eustache. — 4) Nerf facial. — 5) Corde du tympan. — 6, 7, 8) Membrane du tympan. — 9) Marteau. — 10) Enclume. — 11) Étrier. — 12) Muscle interne du marteau ou tenseur du tympan.

faces de cette membrane soit égale. En se contractant, le muscle péristaphylin externe rend son orifice béant.

L'*oreille interne*, nommée aussi *labyrinthe* en raison de l'extrême complication de sa structure, est formée de trois parties : une moyenne, le *vestibule*, faisant suite à la caisse du tympan ; une antérieure, le *limaçon ;* une postérieure, les *canaux demi-circulaires*. Ces différentes parties sont tapissées par une portion membraneuse nommée *labyrinthe membraneux*, dans laquelle se ramifie le nerf auditif.

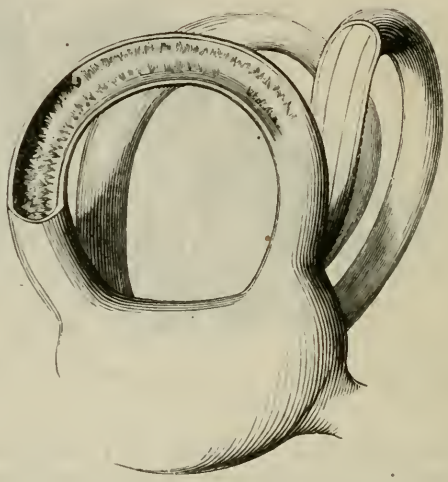


Fig. 244. — *Vestibule et canaux demi-circulaires grossis.*
(L'un d'eux a été ouvert pour montrer son intérieur.)

Le *vestibule* est une cavité ovoïde creusée dans le rocher. Il est situé, d'une part, entre la caisse du tympan et le conduit auditif intérieur qu'il sépare ; de l'autre, entre le limaçon et les canaux demi-circulaires qui s'ouvrent sur ses parois. En arrière et en dehors, il communique par plusieurs orifices avec les canaux demi-circulaires, en avant et en bas avec le limaçon.

Les *canaux demi-circulaires* sont au nombre de trois ; leur forme est celle que leur nom indique ; ils s'ouvrent par leur orifice dans le vestibule.

Le *limaçon*, ainsi nommé à cause de sa ressemblance avec la coquille d'un limaçon, peut être considéré comme constitué par l'enroulement d'un cône creux autour d'un cône plein. Il forme, par cet enroulement, une saillie située au devant du vestibule entre la caisse du tympan et le conduit auditif interne.

L'intérieur du limaçon est partagé dans toute sa longueur en deux canaux ou rampes, par une cloison dont la partie tenant à l'axe est osseuse, tandis que sa partie externe est membraneuse. L'un de ces canaux, dit *rampe tympanique*, ne contient que du liquide. L'autre (*rampe vestibulaire*) est subdivisé lui-même par

Fig. 245. Fig. 246. Fig. 247.

*Formes diverses de l'intérieur du limaçon chez l'homme.**

(Grandeur naturelle, d'après des moulages pris sur nature par le docteur Auzoux.)

deux membranes en trois autres canaux. Les deux supérieurs ne contiennent encore que du liquide; le troisième renferme un organe important, l'*organe de Corti*, dont nous dirons plus loin quelques mots.

L'oreille externe est, comme nous l'avons dit, tapissée par une portion membraneuse, dont l'ensemble a été désigné sous le nom de *labyrinthe membraneux*. C'est un ensemble de membranes minces se moulant sur le labyrinthe osseux et sur lesquelles viennent s'épanouir les dernières divisions du nerf auditif. Autour des membranes qui le constituent, se trouve un liquide qui les sépare des parois osseuses, et dans les cavités qu'elles circonscrivent se trouve aussi un autre liquide qui soutient leurs parois et étale les expansions du nerf auditif. On donne à cette masse fluide le nom de *liquide de Cotugno*. Elle contient dans certaines parties une

* Le limaçon représente une spirale composée d'un tour et demi dans la fig. 245, de deux tours dans la fig. 246, et de trois tours dans la fig. 247.

poussière blanche formée de cristaux microscopiques de carbonate de chaux, dont les usages sont inconnus.

Le limaçon membraneux renferme une portion très-importante — *organe de Corti*, véritable chaos de cellules, de fibrilles, de plaques et de poils — trop compliquée pour que nous puissions en aborder ici la description*; mais, pour comprendre son rôle physiologique, il nous suffit de savoir qu'elle présente à sa surface environ 3000 arcades, rangées régulièrement à côté les unes des autres et communiquant avec les terminaisons du nerf acoustique. Helmholtz leur attribue pour fonction de décomposer les sons, quelque compliqués qu'ils soient. Chacune de ces arcades peut être considérée, en effet, ainsi que nous le verrons plus loin, comme un corps élastique accordé pour rendre un son déterminé et qui, de même que les cordes d'un piano, ne vibre spontanément que quand l'air lui apporte un son à l'unisson de celui qu'il peut produire. Chacune transmet ses vibrations aux fibres nerveuses qui lui correspondent.

Le nerf qui préside à l'audition est le nerf auditif. Il pénètre dans l'oreille par le conduit auditif interne, canal osseux étendu de la face postérieure du rocher au vestibule et à la base du limaçon.

A son entrée dans ce conduit, le nerf auditif se partage en deux branches, une antérieure ou cochléenne, qui se termine en une sorte de tourbillon formé par une lame enroulée en spirale; l'autre postérieure ou vestibulaire, qui se distribue dans les diverses parties du labyrinthe membraneux.

§ 3.

MÉCANISME DE L'AUDITION.

Ensemble du mécanisme de l'audition. Nous avons vu qu'on donne le nom de *son* à la sensation produite par le mouvement vibratoire des milieux élastiques en rapport avec l'oreille.

* On trouvera une excellente description de cet organe dans un article très-complet publié en 1870 par le docteur Lœwenberg dans le *Journal de l'anatomie.*

Les vibrations reçues par le conduit auditif se communiquent à la membrane du tympan; les mouvements de cette dernière se transmettent par la chaîne des osselets à la membrane qui ferme la fenêtre ovale et, par celle-ci, au liquide que le labyrinthe contient et avec lequel elle est en contact. Dans le labyrinthe se trouve, comme nous l'avons dit, un véritable clavier composé de 3000 cordes tendues qui sont en relation avec les ramifications du nerf acoustique. Ces cordes vibrent chacune à l'unisson d'un son déterminé, et leurs vibrations, communiquées aux divisions nerveuses du nerf acoustique, sont transmises par lui au cerveau, qui les perçoit.

Les vibrations communiquées au liquide du labyrinthe par la membrane du tympan et la chaîne des osselets peuvent lui être transmises par une autre voie. Ce liquide est susceptible, en effet, d'entrer en vibration par l'intermédiaire des os qui l'entourent; c'est là ce qui arrive, par exemple, quand la tête est sous l'eau, ou lorsque le corps sonore est entre les dents ou encore lorsqu'il est appliqué sur le front. En serrant une montre avec les dents, on entend bien mieux son tictac qu'en la plaçant près de la bouche à la même distance de l'oreille.

Tel est, dans son ensemble, le mécanisme de l'audition. Examinons maintenant en détail le rôle des diverses parties dont l'oreille se compose.

Rôle de l'oreille externe. L'oreille externe peut être regardée comme un organe collecteur des sons, une sorte de cornet acoustique. Les replis nombreux dont le pavillon est muni font que le son peut tomber toujours perpendiculairement à sa surface, ce qui constitue l'incidence la plus avantageuse. D'après plusieurs auteurs, quand on bouche avec de la cire les anfractuosités du pavillon, de façon à le transformer en surface plane, on entend moins bien les sons qui n'arrivent pas exactement dans la direction du conduit auditif.

Deux voies de transmission sont offertes aux ondes sonores par le conduit auditif externe : l'une est la colonne d'air qui est contenue dans son intérieur; l'autre, la paroi cartilagineuse et osseuse qui

le forme. Cette dernière, en entrant en vibration, peut transmettre directement ses vibrations aux os de la tête et, par suite, au liquide du labyrinthe.

Quant aux ondes sonores qui s'engagent directement dans le conduit auditif externe, elles se dirigent vers la membrane du tympan sans rien perdre de leur intensité. Nous avons vu, en effet, que si le son diminue d'intensité en se propageant dans l'air, il n'en est nullement de même lorsqu'il se propage dans les tubes.

Rôle de la membrane du tympan et de l'oreille moyenne. Une membrane tendue étant plus facilement impressionnée par les ondes sonores qu'un corps plein, on conçoit que la membrane du tympan transmette mieux les ondes sonores des corps avec lesquels elle est en contact, que ne le ferait une surface osseuse. Nous savons que cette membrane est en relation, par la chaîne des osselets, avec la membrane qui ferme la fenêtre ovale; par suite, toutes ses vibrations seront exactement transmises à cette dernière.

Sous l'influence des muscles des osselets, la tension du tympan peut, d'après plusieurs physiologistes, éprouver des variations considérables. Cette membrane est susceptible, par suite, de proportionner sa force de tension de façon à se mettre en harmonie avec l'intensité du son qui lui arrive. Une tension supérieure l'accommode pour les sons élevés; une tension moindre l'accommode pour les sons graves. De cette façon, quand un son intense est susceptible d'impressionner désagréablement l'oreille, la forte tension de la membrane du tympan rend l'ouïe dure et diminue, par suite, l'action du son. On démontre en physique, en effet, que plus une membrane est tendue, moins ses vibrations sont amples. En même temps, la tension de la membrane du tympan la rend plus apte à vibrer pour les sons aigus: plus une membrane est tendue, plus ses vibrations sont nombreuses.

Nous voyons que le muscle tenseur de la membrane du tympan jouerait un rôle qui se rapproche beaucoup de celui du muscle ciliaire dans l'œil. De même que ce dernier accommode l'œil pour la vision aux diverses distances, de même le muscle tenseur de la membrane du tympan l'accommoderait pour les différents

sons. En variant de tension, cette membrane remplirait un rôle analogue à celui de la pupille, qui ne laisse, comme on le sait, pénétrer dans l'œil qu'une quantité de lumière proportionnée à la sensibilité de la rétine.

De même que la paralysie de l'accommodation empêche l'œil de s'adapter aux diverses distances, de même la paralysie du muscle tenseur du tympan l'empêcherait de s'accommoder aux différents sons. Cette paralysie, que l'on observe dans la paralysie du nerf facial, siégeant au-dessus de l'endroit d'où se détache le filet nerveux qui anime ce muscle, est accompagnée d'une sensibilité exagérée de l'ouïe pour les sons intenses, qui tient au défaut de tension de la membrane du tympan.

Pour que la transmission des ondes sonores se fasse sans difficulté, il faut que la membrane du tympan soit également pressée sur ses deux faces par l'air qui l'entoure, d'après ce principe que toute membrane tendue vibre mieux quand elle supporte une pression égale sur ses deux faces que quand cette pression est inégale. Or nous savons que si l'oreille moyenne ne communique pas avec l'oreille externe, elle communique avec l'air extérieur par la trompe d'Eustache qui vient s'ouvrir dans l'arrière-cavité des fosses nasales, ce qui fait que la pression sur les deux faces de la membrane est la même.

Lorsque, par une cause quelconque, la trompe d'Eustache est bouchée, la pression de l'air dans la caisse du tympan reste forcément invariable alors que la pression extérieure varie constamment, et la minime quantité d'air qu'elle contient finit même, d'après quelques auteurs, par être absorbée. Il s'ensuit que la membrane du tympan, étant inégalement pressée sur ses deux faces, vibre mal et l'ouïe devient plus ou moins dure. On y remédie en débouchant la trompe d'Eustache au moyen d'un cathéter. Souvent quelques efforts de déglutition ou une expiration un peu forte, la bouche et le nez restant fermés, suffit pour la dégager *.

* La connaissance du rôle physiologique des muscles péristaphylins pendant la déglutition a fourni un moyen facile de désobstruer la trompe d'Eustache sans y introduire d'instrument. Le malade ayant pris un peu d'eau dans la bouche, on introduit dans une narine l'extrémité d'un tube en caoutchouc dont l'autre extrémité est reliée

Rôle de l'oreille interne. Les ondes sonores qui ont été transmises par la chaîne des osselets à la membrane qui ferme la fenêtre ovale se propagent, ainsi que nous l'avons dit, au liquide

Fig. 248. — *Coupe théorique de l'oreille**
(destinée à faire comprendre le mécanisme de la transmission des ondes sonores aux diverses parties de l'appareil auditif).

du labyrinthe et, par suite, aux membranes qu'il contient. Le docteur Auzoux fait justement remarquer qu'en raison de l'in-

* A) Conduit auditif externe recevant les ondes sonores destinées à ébranler la membrane du tympan. — B, O) Chaîne des osselets, appuyée par une extrémité contre la membrane du tympan et par l'autre contre la membrane D qui forme la fenêtre ovale et à laquelle elle communique toutes les oscillations qu'elle reçoit. — C, O) Oreille moyenne. — E) Vestibule. — F) Canaux semi-circulaires. — G, H) Limaçon. — Toute cette partie E, F, G, H, constituant l'oreille interne, est remplie de liquide. Ce liquide reçoit les vibrations de la membrane D, qui ferme la fenêtre ovale, et les transmet aux divisions du nerf acoustique qui flottent dans son intérieur. Mais, comme ce liquide est incompressible, son ébranlement serait impossible si à l'autre extrémité de l'oreille interne ne se trouvait une membrane élastique fermant la fenêtre ronde. Cette dernière se laisse alors refouler par la pression du liquide et revient ensuite sur elle-même, en vertu de son élasticité, en ramenant en même temps à sa place l'étrier O. — T) Trompe d'Eustache.

à une poire également en caoutchouc. Les narines étant serrées par le pouce et l'index pour empêcher la sortie de l'air, on engage le malade à faire un mouvement de déglutition, et pendant qu'il avale le liquide qui se trouve dans sa bouche, on presse rapidement la poire. L'air comprimé ne pouvant s'échapper par aucune issue, s'engage dans la trompe dilatée par la contraction des péristaphylins pendant la déglutition.

compressibilité des liquides, cette propagation serait impossible si le liquide dont est remplie l'oreille interne était renfermé dans une cavité à parois inextensibles, close de toutes parts. Mais, comme la membrane qui ferme la fenêtre ronde est élastique et que cette membrane peut être considérée comme étant à une extrémité des canaux de l'oreille, tandis que la membrane de la fenêtre ovale est à l'autre extrémité, il s'ensuit, d'après ce savant anatomiste, que quand cette dernière est comprimée par l'étrier, l'ébranlement se communique jusqu'à la membrane de la fenêtre ronde, qui cède d'abord et revient ensuite sur elle-même en raison de son élasticité, en forçant la membrane de la fenêtre ovale et, par suite, l'étrier à reprendre leur position première.

Le labyrinthe membraneux contient, comme nous l'avons vu, environ 3000 petites fibres, probablement accordées de façon à ne rendre chacune qu'un son déterminé, et, dès lors, vibrant sous l'influence de certains sons et non sous l'influence des autres, c'est-à-dire que, dans l'ensemble des sons simples qui constituent un son complexe pour l'oreille, chaque note met en vibration des fibres déterminées. L'appareil auditif sait parfaitement décomposer ce mélange compliqué d'ondes sonores qui, dans l'atmosphère d'une salle de concert, parcourent l'espace en s'entrecroisant, sans plus se détruire que ne le font les ondes liquides qu'on produit à la surface d'un lac tranquille en y jetant plusieurs corps pesants. Ces ondes, de longueurs si diverses, engendrées par les sons de l'orchestre, le murmure des voix, le frôlement des habits, font vibrer chacune des fibres déterminées du labyrinthe, et sont ainsi, malgré leur complexité apparente, parfaitement analysées par elles.

L'oreille décompose donc les ondes complexes en un ensemble d'ondes simples, comme une série de résonnateurs ou comme les cordes d'un piano décomposent un son en ses parties constituantes. Quand on produit, en effet, plusieurs notes à la fois à côté des cordes d'un piano, on voit que certaines cordes se mettent à vibrer à l'exclusion de certaines autres. Or l'expérience démontre que les cordes qui vibrent sont précisément celles qui peuvent produire le même son que celui par lequel elles sont mises en mouvement.

Les cordes du piano savent donc résoudre, en leurs parties constituantes, le pêle-mêle des ondes qui parcourent l'espace.

Le clavier que contient l'oreille est plus riche que le clavier de tous les instruments de musique. Les plus complets ne comprennent que 84 notes, tandis que l'oreille a 3000 fibres, soit 300 fibres par octave, puisque l'étendue des sons perceptibles embrasse environ dix octaves.

Les vibrations isolées des diverses fibres de l'oreille sont apportées simultanément au cerveau par le nerf acoustique et forment ainsi une seule impression. Mais, bien que nous ne distinguions pas les notes simples perçues par l'oreille, il n'en est pas moins certain qu'il se produit dans cet organe autant de sensations séparées qu'il y a d'espèces d'ondes dans le son.

Quelques physiologistes ont tenté de vérifier par l'expérience la théorie qui précède, théorie due à Helmholtz, et qui, bien que pouvant être considérée comme probable, n'est pas encore rigoureusement démontrée. En mettant dans une cuve pleine d'eau placée sous un microscope l'organe auditif de certains décapodes, tels que les palemons, Hensen a reconnu que lorsqu'on faisait pénétrer des sons dans l'eau de la cuve, certains cils auditifs de l'animal entraient en vibration pour certains sons et restaient au repos pour d'autres qui faisaient vibrer d'autres cils.

Durée des impressions auditives. Nous avons vu que l'impression produite par l'action de la lumière sur l'œil persiste sur cet organe un temps plus long que la durée de cette action elle-même. Il en est de même de la durée des impressions auditives. Elles ne s'éteignent pas immédiatement avec la cause qui les fait naître. Avec l'instrument nommé *sirène*, on constate facilement qu'au-dessus de trente-deux vibrations par seconde, l'oreille ne perçoit qu'un son continu, parce qu'alors la durée de l'impression produite par chacun des chocs sur la membrane auditive est plus grande que l'intervalle qui les sépare.

La possibilité de distinguer les différents sons varie suivant que l'oreille est, comme on le dit, plus ou moins musicale. Certains individus distinguent entre eux deux sons dont l'un ne diffère de l'autre que par 1/1000 dans le nombre des vibrations.

Appréciation de la direction des sons. — Utilité des deux oreilles. — C'est grâce à la perception inégale des sons par les deux oreilles qu'on peut juger de leur direction. L'oreille qui se trouve dans la direction du son étant la plus ébranlée, on rapporte instinctivement l'origine du son du côté où l'ébranlement est le plus fort. Quand, de l'intérieur d'une chambre, nous entendons le bruit produit par le passage d'une voiture, nous savons que ce bruit se passe dans la rue, parce que le maximum d'intensité du son correspond à un côté déterminé de la pièce; mais dire de quelle extrémité de la rue vient la voiture, est à peu près impossible, parce que l'ébranlement que perçoit l'oreille est toujours le même. Nous savons seulement quand le son s'approche ou s'éloigne, parce que l'expérience nous a appris qu'un son s'affaiblit en s'éloignant et devient, au contraire, plus intense en se rapprochant.

Sensations subjectives de l'ouïe. Nous avons vu que l'œil, sous l'influence d'un irritant quelconque, un coup appliqué à sa surface, par exemple, perçoit une sensation lumineuse absolument comme si cette sensation était réelle. Il en est de même pour l'oreille, et par l'irritation du nerf auditif nous pouvons, en l'absence de toute espèce de son, déterminer une sensation auditive.

L'oreille peut percevoir aussi des sons consécutifs analogues aux impressions consécutives dont nous avons parlé pour l'œil. Chacun sait que l'oreille entend encore certains bruits ou certains airs après qu'ils ont cessé.

§ 4.

PHYSIOLOGIE DES TROUBLES DE L'AUDITION.

Nous connaissons assez bien, comme nous l'avons dit dans ce chapitre, la physiologie de l'appareil auditif, quoique sur beaucoup de points cette connaissance soit très-insuffisante. Mais la physiologie des troubles morbides qui peuvent affecter cet appareil nous est beaucoup moins connue, en raison surtout de l'impossibilité où nous sommes de voir dans l'intérieur de l'oreille et, par suite, de constater l'existence des lésions dont elle peut être atteinte. Nous

n'avons pas, en effet, pour l'oreille un instrument qui permette, comme l'ophthalmoscope pour l'œil, d'en apercevoir les parties les plus profondes; il nous est dès lors impossible le plus souvent d'indiquer la cause des phénomènes morbides dont l'organe auditif est le siége.

Les seules affections de l'oreille que l'on connaisse bien sont celles du conduit auditif externe et de la membrane du tympan, seules régions qui soient accessibles à nos sens. Nous savons que quand le conduit auditif externe est bouché par le cérumen ou par quelque corps étranger, les ondes sonores ne peuvent arriver au tympan, et l'ouïe est plus ou moins gênée. Nous savons aussi que quand la membrane du tympan est enflammée, durcie ou détruite, elle devient incapable de transmettre les ondes sonores. Nous savons encore qu'elle vibre imparfaitement quand, par suite de l'obstruction de la trompe d'Eustache, elle supporte une pression inégale sur ses deux faces.

Quant aux altérations pathologiques des parties profondes de l'oreille, elles doivent forcément aussi avoir pour conséquence des troubles fonctionnels plus ou moins graves. Il est évident, en effet, que l'audition sera plus ou moins compromise si la chaîne des osselets est détruite, si les membranes de la fenêtre ovale ou de la fenêtre ronde ont perdu de leur élasticité et ne peuvent plus vibrer, si le liquide de Catugno est épaissi, si l'organe percepteur des impressions auditives et celui chargé de transmettre ces impressions ne sont pas intacts. Mais dans des états pathologiques impossibles à constater, la thérapeutique est forcément impuissante à modifier leur cours.

Nous avons vu, une fois de plus, par les notions exposées dans ce chapitre, l'influence exercée sur les connaissances physiologiques par la marche des sciences exactes, et comment les progrès des unes dépendent entièrement des progrès des autres. La physiologie tend de plus en plus à devenir une branche de la physique, et, à mesure que la science avance, elle nous démontre chaque jour que les lois qui régissent les corps vivants sont les mêmes que celles auxquelles obéit la matière que n'anime pas la vie.

Nous n'avons dit que quelques mots dans ce chapitre de ce qui concerne les applications de la physiologie et de la physique à la musique. L'étude complète d'un pareil sujet comporterait un volume, et il nous suffisait de montrer que cet art a aussi ses lois. Nous n'avons pas non plus essayé de déterminer les causes de l'action que les sons musicaux produisent sur l'esprit; ce sujet est encore trop obscur pour être scientifiquement traité *, et nous ne pourrions que constater des effets sans remonter à leur cause, ce qui n'est pas conforme au but de cet ouvrage. Nous ne saurions terminer cependant ce chapitre sans montrer combien l'art de combiner les sons entre eux de façon à impressionner agréablement l'oreille, c'est-à-dire la musique, a joué un rôle important dans l'histoire de l'humanité. Ce fut sans doute le plus ancien des arts. Il dut naître le jour où les premiers hommes entendirent le chant des premiers oiseaux. Les traditions les plus anciennes nous le montrent à toutes les périodes des civilisations et nous parlent sans cesse de sa merveilleuse puissance. Les chants d'Orphée domptaient les animaux féroces, et quand il descendit aux enfers, séduites par ses accents, les divinités, charmées, lui rendirent Eurydice. Amphyon bâtissait Thèbes aux sons de sa lyre; les murs de Jéricho s'écroulaient au son des trompettes; David calmait Saül par les accords tirés de sa harpe, et l'histoire rapporte qu'à la cour d'Éric-le-Bon, roi de Danemark, il existait un musicien si

* L'état de nos connaissances sur ce point est résumé parfaitement dans les lignes suivantes empruntées à un physicien distingué, M. Radau, à qui nous devons la première vulgarisation en France des travaux de Helmholtz sur l'acoustique : «Les sons agissent directement sur le système nerveux par les frémissements qu'ils impriment aux fibres sensitives; ils provoquent ainsi la disposition d'esprit qui correspond au genre de mouvement exprimé par la musique. La gaîté est caractérisée par une allure vive et légère; la gravité par un mouvement d'une lenteur solennelle; la colère par une précipitation saccadée. Ces différents caractères s'appliquent d'ailleurs aussi bien aux mouvements du corps qu'à l'émission de la parole et au mouvement des idées; tout cela se tient, et c'est justement dans cette solidarité d'impression et d'action du corps et de l'âme qu'il faut chercher l'explication des effets de la musique. La tristesse paralyse nos membres en même temps qu'elle ralentit le discours et qu'elle arrête le flux des idées; une musique dont les notes gravissent lentement et péniblement la faible pente des demi-tons dispose à de mélancoliques rêveries; quand, au contraire, les notes gambadent de quinte en octave, tout notre être est remué par une velléité d'action et de trémoussement qui a son expression symbolique dans la danse et le rire.»

habile qu'il pouvait à volonté provoquer chez ses auditeurs la joie la plus vive ou la fureur la plus extrême.

Il n'est pas besoin, du reste, de remonter à ces âges légendaires pour trouver des exemples montrant l'influence des sons musicaux sur l'organisation humaine. Tout le monde a entendu parler des effets de certains airs nationaux, tels que le *Ranz des vaches*, par exemple, qui donne le mal du pays aux Suisses qui l'entendent hors de leur patrie. Les chants guerriers, comme la *Marseillaise*, provoquent au combat. Le tambour, a dit Shakspeare, est le grand excitant du courage. Mais les passions que la musique exalte, elle sait aussi les calmer. Elle attriste ou égaie, fait rêver et pleurer, et met en jeu les cordes les plus intimes des sentiments humains. Aux accords d'une douce mélodie, aux sons d'un chant lointain, au murmure d'un frais ruisseau, au sifflement du vent agitant le feuillage, et à tous ces mille bruits qui semblent l'éternelle harmonie de la féconde nature, qui n'a senti remuer en soi le monde immense des sensations et des souvenirs?

CHAPITRE IV.

L'ODORAT, LE GOUT ET LE TOUCHER.

§ 1er. *L'odorat.* — Organe de l'odorat. — Nature et classification des odeurs. — Fonction de l'appareil olfactif. — Causes de la supériorité de l'odorat chez les animaux. — Influence de la volonté et de l'habitude sur la perception des odeurs. — Cause de l'insensibilité pour certaines odeurs. — Action des substances odorantes sur le système nerveux. — § 2. *Le goût.* — Organe du goût. — Structure de la langue. — Distribution des nerfs qu'elle reçoit. — Nature et cause des saveurs. — Confusion faite habituellement entre le goût et l'odorat. — Les substances qui semblent douées du plus de saveur en sont généralement complétement privées. — Physiologie de l'appareil gustatif. — Parties de la bouche et de la langue sensibles aux saveurs. — § 3. *Le toucher.* — Organe du toucher. — Importance de la peau. — Activité extrême des éléments qui la constituent. — Description de ses diverses parties. — Structure microscopique de la peau. — Derme, papilles, épiderme, etc. — Glandes sudoripares et sébacées. — Dépendances diverses de l'épiderme : poils, ongles, etc. — Importance de la main. — Fonction de l'appareil du toucher. — Complexité du sens du toucher. — Sensation de contact, de résistance, de température. — Importance exagérée accordée au toucher par plusieurs physiologistes et philosophes. — Son rôle réel. — Analogie existant entre les différents sens et entre les agents qui les impressionnent.

Les trois sens dont nous allons, dans ce chapitre, aborder l'étude sont beaucoup moins connus que ceux décrits jusqu'ici. Ce que nous savons des agents qui produisent les sensations du goût et de l'odorat, c'est-à-dire des saveurs et des odeurs, est peu de chose. Quant au toucher, son existence comme sens spécial n'est même pas encore rigoureusement démontrée, et plusieurs observateurs considèrent les sensations qu'on y rapporte comme ayant des origines fort diverses. La partie de la physiologie qui traite du goût, de l'odorat et du toucher est une de celles où il y a le plus de progrès à réaliser encore. Quant aux troubles pathologiques qui peuvent atteindre ces trois sens, leur étude se ressent nécessairement de l'imperfection de nos connaissances physiologiques à leur égard, et ce que nous en savons est trop peu de chose pour qu'on en puisse faire l'objet d'une description spéciale analogue à celle que nous avons donnée pour l'œil.

§ 1er.

L'ODORAT.

Organe de l'odorat. L'organe de l'odorat a son siége sur la muqueuse qui tapisse l'intérieur du nez. Ce dernier a, comme on le sait, la forme d'une pyramide triangulaire adossée par un de ses côtés à la partie médiane de la face. Son sommet, *racine du nez*, est uni à la région frontale; sa base offre les deux orifices antérieurs des narines, séparées par une cloison médiane.

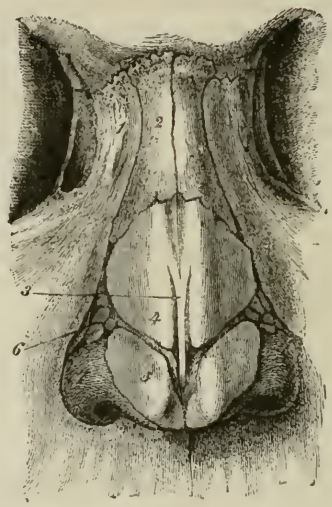


Fig. 249. — *Charpente osseuse et cartilages du nez.**

Le nez se compose d'une partie osseuse, constituée par l'apophyse montante du maxillaire supérieur et les os propres du nez, et d'une partie cartilagineuse formée par la réunion de plusieurs cartilages.

Cette charpente est recouverte de plusieurs muscles, que nous

* 1) Apophyse montante du maxillaire supérieur. — 2) Os nasal. — 3) Cloison des narines. — 4) Cartilage latéral droit. — 5) Cartilage de l'aile du nez. — 6) Noyaux cartilagineux. — 7) Aile du nez.

avons décrits ailleurs, servant à mouvoir sa partie inférieure, et d'une peau très-riche en glandes sébacées.

Les deux ouvertures que le nez présente à sa base ont reçu le nom de *narines*. Elles se continuent avec les cavités nommées *fosses nasales*, séparées en deux parties symétriques par une cloison verticale médiane formée par la lame perpendiculaire de l'os ethmoïde et du *vomer*. Les parois des fosses nasales sont consti-

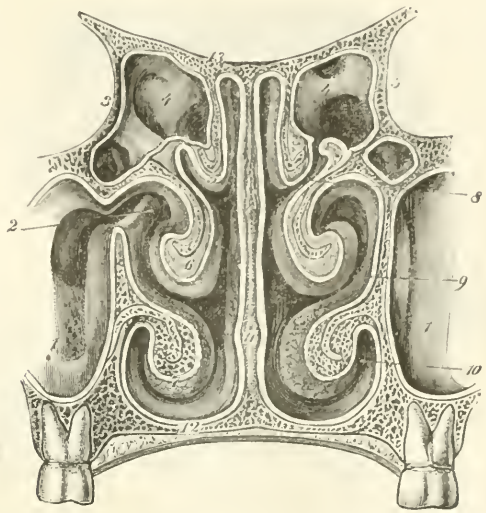


Fig. 250. — *Coupe transversale des fosses nasales, destinée à montrer les cornets et les sinus.* *

tuées par plusieurs os du crâne et de la face. Sur ces parois on trouve de haut en bas trois lamelles, nommées *cornets*, qui leur sont adhérentes par leur bord supérieur et s'enroulent en dehors par leur bord inférieur libre. Ces lamelles circonscrivent avec la paroi externe des fosses nasales des espaces nommés *méats*, qu'on a divisés, comme les cornets correspondants, en supérieur, moyen et inférieur.

Le plancher des fosses nasales est formé par l'apophyse palatine

* 1, 1) Sinus maxillaire. — 2) Orifice du sinus maxillaire droit. — 3, 3) Paroi intérieure de l'orbite. — 4, 4) Cellules de l'ethmoïde. — 5, 6, 7) Cornets supérieur, moyen et inférieur. — 8, 9, 10) Méats supérieur, moyen et inférieur des narines. — 11 Cloison des narines — 12) Base des fosses nasales.

du maxillaire supérieur et la lame horizontale de l'os palatin. Leur voûte est constituée par la lame criblée de l'ethmoïde, les os du nez et une portion de l'os sphénoïde. Leur ouverture antérieure communique avec les narines. Leur ouverture postérieure est divisée par le bord postérieur du vomer en deux ouvertures symétriques correspondant chacune à une des fosses nasales et faisant communiquer ces dernières avec l'arrière-gorge.

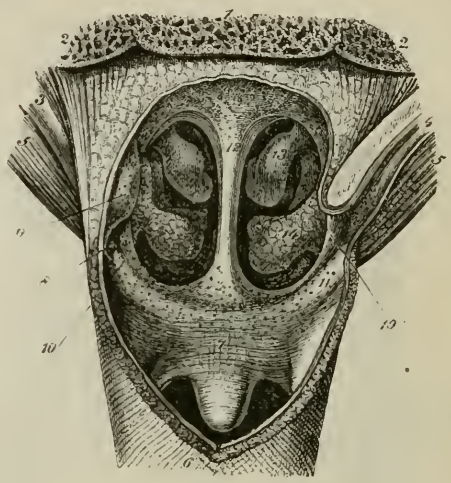


Fig. 251.

Vue postérieure des fosses nasales après que la paroi postérieure du pharynx a été enlevée. *

La voûte des fosses nasales et leur partie latérale communiquent avec des cavités nommées *sinus*, creusées dans les os du crâne et de la face, notamment le frontal, le sphénoïde, le maxillaire supérieur.

Toute la cavité des fosses nasales, ainsi que les parois des cornets qu'elle contient et des sinus avec lesquels elle communique, est tapissée par une muqueuse nommée *membrane pituitaire*, dont l'épaisseur, de 1/4 de millimètre seulement dans certains points,

* 1) Os occipital. — 2) Rocher. — 3) Trompe d'Eustache fermée. — 4) Trompe d'Eustache ouverte. — 5) Muscles du voile du palais. — 6) Paroi du pharynx. — 7) Face postérieure du voile du palais. — 8) Orifice de la trompe d'Eustache. — 9) Bourrelet de sa circonférence supérieure. — 10, 11) Plis de la surface postérieure du voile du palais. — 12) Cloison séparant les fosses nasales. — 13) Cornet moyen. — 14) Cornet inférieur.

atteint 3 millimètres dans ceux qui sont le plus en rapport avec le courant d'air qui traverse les fosses nasales.

Cette membrane est recouverte, excepté dans la partie spécialement affectée à l'odorat, d'un épithélium vibratile, c'est-à-dire muni de cils doués de mouvements spontanés, et contient dans son épaisseur un nombre considérable (150 par centimètre carré en certains points) de petites glandes en grappe, qui sécrètent un mucus, liquide à l'état normal, destiné à maintenir sa surface dans un état d'humidité permanent. Lorsque cette sécrétion se supprime ou lorsqu'elle

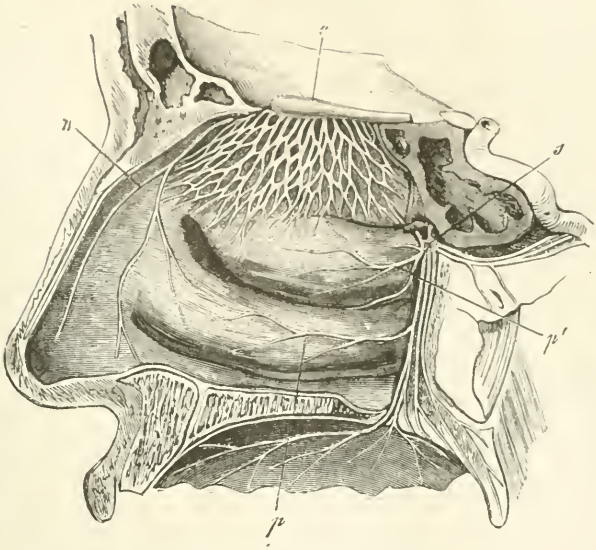


Fig. 252. — *Ramifications du nerf olfactif dans le nez.* *

devient trop visqueuse, ce qui arrive, par exemple, dans l'affection vulgairement connue sous le nom de *rhume de cerveau*, l'odorat est plus ou moins aboli.

La membrane pituitaire est très-riche en vaisseaux. Les branches artérielles qui s'y distribuent viennent de la maxillaire interne. Les veines qui en partent vont se jeter dans la veine faciale.

C'est sur la pituitaire que s'épanouit le nerf qui jouit de la pro-

* *o*) Nerf olfactif et ses divisions. — *n*) Filet interne du nerf nasal interne. — *p*) Rameau nasal du nerf palatin. — *p'*) Rameau externe du sphéno-palatin. — *s*) Ganglion sphéno-palatin.

priété de percevoir les odeurs, c'est-à-dire le nerf olfactif. Il sort de la lame criblée de l'os ethmoïde par 15 à 20 filaments, qui se distribuent à la moitié supérieure des fosses nasales. La muqueuse de la partie inférieure du nez, ainsi que celle des sinus, n'en contient pas.

Le mode de terminaison des branches du nerf olfactif est encore inconnu. Elles sont probablement en relation avec des cellules ovoïdes qui se trouvent dans l'épaisseur de la pituitaire et auxquelles on a donné le nom de *cellules olfactives*.

Nature et classification des odeurs. Les agents susceptibles de produire une impression sensitive sur le nerf olfactif ont reçu le nom d'*odeurs*. La plupart des physiologistes admettent que les odeurs sont le produit de la volatilisation de particules très-ténues qui se séparent des corps odorants. D'autres croient qu'elles résultent d'un mouvement vibratoire ayant lieu dans les molécules de ces corps et se transmettant à un éther ambiant dont les vibrations viennent frapper la membrane de l'appareil olfactif, comme le font celles de l'air pour l'appareil auditif; ils se fondent, pour soutenir cette théorie, sur ce que certaines substances, telles que l'ambre gris et le musc, par exemple, peuvent rester odorantes pendant des années sans rien perdre de leur poids. Mais cela prouverait uniquement le peu de sensibilité de nos balances relativement à celle de nos nerfs et la divisibilité extrême de la matière. Quoi qu'il en soit, on voit que ce sont deux hypothèses analogues à celles de l'émission et de l'ondulation pour la lumière, avec cette différence cependant qu'il est infiniment probable que si la lumière se propage par les ondulations qu'impriment à un milieu particulier les vibrations des corps lumineux, les odeurs se propagent, au contraire, par l'émission de particules venant frapper l'appareil olfactif. A l'exception de certains corps qui ne deviennent odorants que quand on les frotte, comme plusieurs métaux, la plupart des substances odorantes, les essences qui constituent le parfum des fleurs notamment, sont très-volatiles.

Mais s'il semble impossible qu'un corps puisse être odorant

sans qu'il s'en dégage quelque chose, il est, au contraire, fort possible que ce ne soit pas aux particules mêmes qui se dégagent des corps odorants qu'est due l'impression d'odeur. Quand les essences se volatilisent à l'abri de l'oxygène de l'air, elles ne sont pas odorantes. Ce n'est donc que par leur combinaison chimique avec ce gaz qu'elles acquièrent cette propriété. Or rien n'empêche d'admettre que, de même que certaines combinaisons chimiques produisent des vibrations auxquelles on a donné le nom de *chaleur* et de *lumière*, d'autres combinaisons puissent produire des vibrations particulières d'un milieu déterminé qui constitueraient les odeurs; mais, dans l'état actuel de la science, il est impossible de rien préciser sur ce point.

La chaleur, qui favorise, comme on le sait, la volatilisation des corps, augmente habituellement leur odeur. C'est surtout aux rayons du soleil que les plantes laissent échapper leurs parfums.

L'état hygrométrique de l'air a aussi une influence marquée sur nos sensations olfactives. Dans un jardin en fleur, c'est le matin, alors que la rosée s'évapore sous les premiers rayons du soleil en entraînant les principes volatils des plantes, que l'air est le plus embaumé.

La quantité de matière odorante nécessaire pour produire sur la muqueuse olfactive la sensation d'odeur est tout à fait impondérable avec les instruments que nous possédons; l'odorat est un réactif plus sensible que ceux de la chimie, car il nous décèle dans l'atmosphère la présence de substances dont ces derniers seraient complétement impuissants à nous révéler la trace. On reconnaît encore par l'odorat l'hydrogène sulfuré, quand l'air en contient seulement dans la proportion d'un ou deux millionièmes.

Pas plus que pour le son, nous ne possédons d'appareils susceptibles de mesurer l'intensité des odeurs. Nous ne possédons pas non plus les bases d'un classement rationnel des odeurs; aussi les classifications proposées sont-elles aussi nombreuses que les observateurs. Linnée les divisait de la façon suivante :

Odeurs aromatiques : laurier, œillet, etc.; *odeurs fragantes :* jasmin, lis, safran, etc.; *odeurs ambrosiaques :* musc, ambre, etc.; *odeurs alliacées :* ail, assa fœtida, etc.; *odeurs fétides :* valériane,

bouc, etc.; *odeurs vireuses :* œillet d'Inde, plante de la famille des solanées, etc.; *odeurs nauséeuses :* courge, concombre, etc.

D'après Stark, les substances colorées absorberaient les odeurs d'une façon très-inégale. Après le noir, le bleu serait la couleur la plus absorbante; viendraient ensuite le vert, le rouge, le jaune et enfin le blanc, qui n'absorberait presque rien. Il est certain cependant que du papier à lettre blanc, parfumé avec du musc, garde son parfum très-longtemps.

Fonctions de l'appareil olfactif. L'air étant le véhicule des odeurs, la nature a placé chez les animaux à respiration aérienne l'appareil olfactif sur l'une des voies que l'air traverse pour arriver aux poumons.

La partie de l'appareil olfactif impressionnable par les odeurs est, comme nous l'avons vu, la partie supérieure des fosses nasales, la seule sur laquelle se ramifie le nerf olfactif. La partie inférieure de ces cavités, ainsi que l'intérieur des sinus, bien que tapissée aussi par la membrane pituitaire, ne recevant pas de nerfs, est insensible aux odeurs. Il est probable que les sinus n'ont d'autres fonctions que d'emmagasiner l'air odorant et de prolonger ainsi son impression.

L'odorat est d'autant plus sensible que les replis de la pituitaire sont eux-mêmes plus nombreux; de là l'utilité des cornets. Chez les animaux dont l'odorat est plus parfait que chez l'homme, le chien, par exemple, ces replis sont très-nombreux. Aussi cet animal flaire-t-il le gibier et sent-il son maître à des distances prodigieuses. « Les mammifères, comme le dit Buffon, sentent de plus loin qu'ils ne voient. Non-seulement ils sentent de très-loin les corps présents et actuels, mais encore ils en sentent les émanations et les traces longtemps après leur absence. Un tel sens est un organe universel de sentiment. C'est un œil qui voit les objets non-seulement où ils sont, mais encore partout où ils ont été. »

Ce n'est qu'exceptionnellement que l'homme possède une sensibilité de l'odorat égale à celle de certains animaux. Des voyageurs rapportent que les Indiens de l'Amérique du Nord poursuivent leurs ennemis à la piste. Certains nègres distinguent ainsi de loin

un blanc d'un noir. Le *Journal des savants* de 1684 rapporte qu'un religieux de Prague avait l'odorat si fin qu'il reconnaissait par leur odeur les diverses personnes et même, affirmait-il, une femme chaste de celle qui ne l'était pas.

L'olfaction peut s'exercer d'une façon passive, comme lorsque les particules odorantes sont entraînées dans les mouvements ordinaires de la respiration, ou être volontaire, comme dans l'action de flairer, qui consiste, ainsi qu'on le sait, à faire des inspirations longues et soutenues, la bouche étant fermée. Quand on veut, au contraire, se soustraire à une impression olfactive désagréable, on pratique une forte expiration pour chasser l'air odorant; puis l'inspiration, au lieu de se faire par les narines, se fait par la bouche.

Les corps gazéiformes sont seuls capables de produire la sensation olfactive; si on remplit la cavité nasale d'un liquide volatil, comme de l'eau de Cologne, par exemple, il n'en résulte aucune sensation d'odeur.

On croyait autrefois que la faculté de sentir n'était possible que dans les mouvements inspiratoires, et non dans les mouvements expiratoires, et cela parce que les odeurs provenant de l'estomac ou des poumons ne sont pas perçues généralement par les personnes dont elles émanent; mais ceci tient uniquement à ce que la persistance de l'impression émousse bientôt la sensibilité de la muqueuse olfactive pour l'odeur qui l'affecte constamment. C'est un phénomène analogue à ceux que l'on constate pour d'autres sens. Nous avons vu combien la sensibilité de la rétine s'émousse rapidement sous l'influence d'un éclairage intense. Si le malade n'est pas incommodé par des odeurs venant de son estomac ou de ses poumons, c'est que sa sensibilité est bientôt émoussée pour ces odeurs; mais lorsque l'affection débute brusquement, il les perçoit parfaitement pendant quelque temps. Chacun sait, du reste, que, quelque fort que soit un parfum, on finit par ne plus le sentir quand on le respire assez longtemps.

Nous avons vu qu'une excitation quelconque des nerfs sensitifs de l'oreille ou de l'œil produit toujours une sensation acoustique ou lumineuse; il doit en être de même pour l'odorat, et une irri-

tation du nerf olfactif doit produire une sensation d'odeur; mais le fait n'a pas encore été vérifié expérimentalement.

Indépendamment de leur action sur l'appareil olfactif, les substances odorantes produisent sur le système nerveux des effets variés qu'on ne peut pas toujours attribuer aux odeurs mêmes. Les émanations des racines d'ellébore blanc causent à ceux qui les arrachent des vomissements. Des personnes endormies dans des greniers où se trouvaient des racines de jusquiame noire se sont réveillées atteintes de céphalalgie et de stupeur. Les odeurs de cadavres en putréfaction ont déterminé quelquefois la mort rapide des personnes qui les respiraient; mais c'est là plutôt un empoisonnement par absorption pulmonaire — absorption dont nous avons expliqué l'extrême énergie — qu'une action directe des odeurs sur le système nerveux.

Je crois que c'est aussi à l'absorption par la muqueuse pulmonaire des essences dégagées par les fleurs qu'il faut attribuer les effets incontestables: vertiges, syncope, etc., qu'elles produisent souvent sur le système nerveux, effets qu'on a essayé d'expliquer par leur dégagement d'acide carbonique, sans songer combien ce dégagement est minime. Ces effets sont exagérés, du reste, par certaines dispositions individuelles. On a cité des sujets qui tombaient en syncope en flairant une rose ou un lis. Orfila et Cloquet parlent également de personnes qui ne pouvaient supporter l'odeur d'une décoction de graine de lin sans éprouver bientôt à la face une tuméfaction suivie de syncope.

§ 2.

LE GOUT.

Organe du goût. L'organe du goût siége sur la muqueuse linguale. La langue, que cette muqueuse recouvre, est un organe musculeux fixé par sa base au maxillaire inférieur et à l'os hyoïde, et attaché en arrière à l'épiglotte par des replis.

La langue se compose, comme nous l'avons vu, d'une charpente

musculeuse composée de 17 muscles, dont 8 pairs et 1 impair *. Ils s'attachent par une de leurs extrémités à l'os hyoïde, au maxillaire inférieur ou à l'apophyse styloïde, et par l'autre à la face profonde de la muqueuse linguale. Dans leur épaisseur se trouve une cloison fibreuse médiane, fixée par sa base à l'os hyoïde.

La muqueuse de la langue l'enveloppe à la manière d'un étui. Elle est très-mince sur sa face inférieure et très-épaisse sur sa face supérieure, où elle présente des papilles de formes diverses (filiformes, fungiformes, caliciformes), qui recouvrent la surface de la langue comme un épais gazon. Dans ce gazon vivent le plus souvent un grand nombre de champignons microscopiques (*Leptothrix buccalis*) et de vibrions **. Toutes les papilles contiennent chacune une ou plusieurs anses vasculaires et des filets nerveux très-nombreux.

Les vaisseaux de la langue viennent de l'artère linguale; ses veines suivent le trajet des artères et vont se jeter dans la jugulaire externe; ses lymphatiques fort nombreux ont pour origine principale la surface des papilles. C'est cette multiplicité des vaisseaux qui fait que les papilles linguales, en même temps qu'elles représentent des organes de sensibilité, constituent aussi des organes d'absorption très-puissants.

La langue reçoit ses nerfs de trois sources : du lingual, branche du trijumeau, du glosso-pharyngien et du nerf hypoglosse.

Le *nerf lingual* traverse la langue et se termine dans la partie de la muqueuse linguale qui recouvre la pointe et les deux tiers antérieurs de l'organe. Il donne à ces régions leur sensibilité gustative.

Le *glosso-pharyngien* se distribue au tiers postérieur de la même muqueuse, auquel il donne également la sensibilité gustative.

L'*hypoglosse* répand ses filets dans les muscles de la langue et préside uniquement à leurs mouvements.

On croyait autrefois que c'était le glosso-pharyngien qui était

* Les huit pairs sont : le *stylo-glosse*, le *hyo-glosse*, le *glosso-staphylin*, le *pharyngo-glosse*, le *lingual inférieur*, l'*amygdalo-glosse*, le *génio-glosse*, le *lingual transverse*. Le muscle impair est le *lingual supérieur*.

** Voy. fig. 20, 22 et 23.

uniquement le vrai nerf du goût, et le lingual était considéré comme ne pouvant percevoir que les impressions tactiles. D'après les expériences de Panizza, l'excision du nerf lingual anéantirait la sensibilité tactile, en même temps que le mouvement et la sensibilité gustative seraient conservés; tandis que l'excision du nerf glosso-pharyngien serait suivie de l'abolition du goût, sans que les mouvements ni la sensibilité tactile fussent atteints. L'animal, dans ce der-

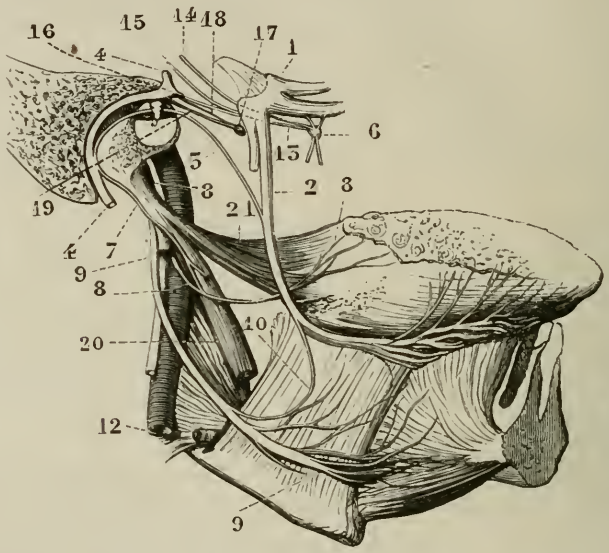


Fig. 253. — *Nerfs de la langue.* *

nier cas, mangerait les aliments les plus amers sans répugnance. Mais, d'après des observations plus récentes, la section du glosso-pharyngien n'a d'autre résultat que de diminuer la sensibilité gustative de la langue. On peut, du reste, constater facilement que la pointe et les bords de la langue, où ne va pas le glosso-pharyngien,

* 1) Nerf trijumeau. — 2) Nerf lingual. — 3) Corde du tympan. — 4) Nerf facial. — 6) Ganglion sphéno-palatin. — 7) Rameau du facial. — 8, 8) Nerf glosso-pharyngien. — 9, 9) Nerf grand hypoglosse. — 10) Anastomose du nerf lingual et du grand hypoglosse. — 12) Artère carotide interne. — 13) Nerf grand pétreux superficiel. — 14) Rameau du grand sympathique. — 15) Nerf petit pétreux profond interne. — 16) Ganglion du facial. — 17) Ganglion otique. — 18) Petit pétreux profond externe. — 19) Petit pétreux superficiel. — 20) Muscle stylo-hyoïdien. — 21) Muscle stylo-glosse.

et qui sont sensibilisés par le lingual, sont doués d'une sensibilité gustative prononcée.

Nature et cause des saveurs. On donne le nom de *saveur* à la sensation particulière que certains corps font éprouver à l'organe du goût. Nous ignorons absolument à quelle particularité les corps doivent cette propriété, et dans l'état actuel de la science il est à peu près impossible de classer les saveurs. Linnée les divisait en salées, visqueuses, styptiques, grasses, âcres et douces; mais il est facile de voir qu'une pareille classification ne repose sur aucune base rationnelle.

Parmi les sensations de saveur on fait figurer souvent des sensations résultant uniquement d'une impression sur l'organe de l'odorat, comme celles produites par les saveurs aromatiques, par exemple, ou bien des sensations résultant de la sensibilité tactile de la langue, comme les saveurs dites farineuses, qui proviennent uniquement de l'impression de contact produite par un corps très-divisé, et les saveurs fraîches, qui ne sont qu'une impression de froid, due à l'absorption de chaleur opérée par un corps en s'évaporant ainsi que le font certaines substances volatiles, l'essence de menthe, par exemple.

On voit, par ce qui précède, que nous rapportons fréquemment au goût des sensations dues à d'autres sens et notamment à l'odorat. La saveur de la plupart des corps est due, le plus souvent, uniquement à l'arôme qu'ils dégagent dans la bouche, mais qui est perçu par l'appareil olfactif; telles sont, par exemple, les saveurs dites aromatiques, comme nous le disions plus haut. En pinçant le nez entre les doigts, ce qui empêche le passage de l'air par les fosses nasales et, par suite, abolit l'odorat, on voit qu'un grand nombre de substances, comme le vin, le café, le thé, le chocolat, n'ont plus aucun goût. La saveur de ces corps n'est donc en réalité qu'une trompeuse apparence; ce ne sont que des parfums, et pour un individu chez lequel le sens de l'odorat est aboli, ce qui arrive, par exemple, quand on est atteint d'un violent rhume de cerveau, la plupart des aliments sont aussi privés de goût que pourrait l'être un morceau d'éponge ou de papier. Les

seules saveurs qui résistent alors sont celles dites sucrées, amères, salées et acides.

L'impression produite sur l'organe du goût par un même aliment est très-variable. Elle dépend de l'état de santé, du degré de vacuité ou de plénitude de l'estomac. Un aliment agréable pendant le dîner est insupportable après. Dans certaines maladies et pendant la grossesse, ce sens peut même éprouver des aberrations singulières. Beaucoup de femmes, dès quelles ont conçu, prennent en aversion des aliments qu'elles aimaient beaucoup auparavant.

Physiologie de l'appareil gustatif. Le sens du goût est en réalité le moins connu de tous ceux que nous avons étudiés jusqu'ici, parce que les sensations gustatives ne peuvent être que très-difficilement séparées des autres sensations, telles que celles produites par l'odorat ou par la sensibilité tactile de la langue. Autrefois on localisait le sens du goût dans le palais, partie presque entièrement dépourvue en réalité de sensibilité gustative. L'erreur eut sans doute son origine dans ce fait que quand nous voulons goûter une substance, nous l'appliquons contre le palais avec la langue pour l'écraser et multiplier ainsi ses points de contact avec les parties douées de sensibilité tactile.

D'après les observations faites par divers expérimentateurs, en portant avec une petite éponge attachée à l'extrémité d'une tige de baleine les substances sapides sur les différentes parties de la bouche, la langue, surtout vers sa base, et une partie de l'arrière-bouche seraient le siége exclusif de la sensibilité gustative.

Selon d'autres observations, les corps sapides ne posséderaient pas, sur toute l'étendue de l'organe du goût, une saveur identique. Le nitrate de potasse, frais et piquant à la pointe de la langue, serait amer en arrière. L'alun, acide et astringent en avant, aurait une saveur douceâtre sans la moindre acidité dans le fond de la bouche. On a remarqué également que certaines saveurs, comme les saveurs amères, sont surtout perçues à la racine de la langue, tandis que d'autres, telles que les saveurs sucrées, sont au contraire perçues à sa pointe.

La quantité de matière nécessaire pour impressionner le sens

du goût varie suivant les substances. On apprécie le goût acide d'une solution d'acide sulfurique à $0^{gr},01$ pour mille; une solution de sucre ne produit la sensation du goût qu'à 12 grammes par litre d'eau.

On peut remarquer, avec divers auteurs, qu'il y aurait eu peut-être beaucoup d'inconvénients à ce que le goût eût son siége sur les parois de la bouche. Nous aurions éprouvé, en effet, une tendance instinctive à ramener toujours dans la bouche ce que nous venions de mâcher pour mieux en apprécier la saveur; tandis que, la partie la plus impressionnable de ce sens étant à la base de la langue et dans l'arrière-bouche, nous sommes naturellement portés à avaler pour nous procurer les sensations qui se produisent dans ces régions.

Pour que la perception des saveurs soit complète, il faut que les corps sapides restent quelque temps dans la bouche; personne n'ignore que, pour bien déguster une liqueur, il faut l'avaler fort lentement.

Le rôle des papilles linguales, dans lesquelles se terminent les nerfs de la langue, n'est pas parfaitement connu. L'épais gazon qu'elles forment sur la langue doit sans doute avoir pour but d'augmenter la surface de la muqueuse linguale et d'y retenir quelque temps les corps sapides qui y sont déposés.

La langue est douée, comme on le sait, d'une sensibilité tactile considérable. Cette sensibilité est généralement dans un rapport assez exact avec la sensibilité gustative; mais leurs effets sont parfaitement indépendants. On a observé des lésions de la sensibilité tactile de la langue avec conservation de la sensibilité gustative. Aussi est-il probable qu'il y a dans les nerfs glosso-pharyngien et lingual des filets spéciaux pour la saveur et d'autres pour les impressions tactiles.

C'est en se basant sur ces faits et sur ceux que nous avons rapportés relativement aux saveurs, qui ne sont, en réalité, que des odeurs, que Chevreul avait divisé les corps, en ce qui concerne leur action sur la langue, en 4 classes: 1° ceux qui n'agissent que sur le tact de la langue, comme le cristal de roche; 2° ceux qui agissent sur le tact de la langue et sur l'odorat, tels que certains

métaux odorants, le cuivre par exemple ; 3° ceux qui agissent sur le tact de la langue et le goût, comme le sel marin et le sucre ; 4° ceux qui affectent à la fois le tact de la langue, le goût et l'odorat, comme certaines essences.

C'est le goût qui nous sert de guide dans la dose d'aliments que nous devons absorber. Quand l'estomac est suffisamment plein, la satiété arrive, qui fait que nous ne trouvons plus une saveur agréable aux aliments qui nous charmaient d'abord, et nous détermine instinctivement à nous arrêter.

Le goût est un sens très-perfectible par l'exercice. Les dégustateurs de profession arrivent à reconnaître dans la saveur des vins des différences inappréciables pour des personnes non exercées. Il s'affaiblit par l'impression trop répétée des corps très-sapides. C'est ce qui arrive aux individus qui font habituellement usage de liqueurs et d'aliments fortement épicés.

Peu développé chez l'enfant et chez le jeune homme, qui n'attachent qu'une médiocre importance aux satisfactions qu'il procure, le goût se perfectionne avec l'âge, en raison de l'attention qu'on lui accorde et qui s'augmente constamment. Dernière jouissance de l'homme arrivé au déclin de ses jours, il survit à la perte de tous les sentiments et de tous les plaisirs.

§ 3.

LE TOUCHER.

Organe du toucher. L'organe du toucher a son siége dans la peau, membrane souple, élastique, douée d'une vitalité extrême, qui enveloppe complétement le corps.

La peau est une des parties les plus importantes du corps. Non-seulement elle sert d'enveloppe protectrice à tous les organes, mais, de plus, elle concourt avec les poumons et les reins, comme nous l'avons vu, à débarrasser le sang des matériaux qu'il doit rejeter au dehors : dépuration qu'elle opère constamment au moyen des trois millions de glandes sudoripares qu'elle contient.

La vitalité de cette membrane est considérable. Les éléments qui

la constituent se renouvelant sans cesse, on peut dire, en réalité, qu'elle fonctionne toujours et même qu'elle ne peut cesser de fonctionner sans que la mort arrive rapidement. Quand on recouvre un animal d'un vernis, ce qui s'oppose au fonctionnement de sa peau, il meurt bientôt.

Ce n'est pas seulement au physiologiste, mais encore au médecin, que la peau présente un intéressant sujet d'étude. Elle est le siége des affections les plus graves, symptomatiques souvent d'un état général, et dont le nombre et l'importance sont tels que l'étude des maladies cutanées est devenue une des branches de la médecine qui occupe le plus de spécialistes, et que dans nos grandes villes de vastes hôpitaux ont été fondés pour recevoir uniquement les malades qui en sont atteints.

La peau recouvre tout le corps, comme nous l'avons dit, et se moule sur chacune de ses parties. Chez un homme de stature moyenne, la superficie totale de l'enveloppe cutanée est d'environ 15,000 centimètres carrés, c'est-à-dire que si on la découpait de façon à constituer une surface régulière, cette dernière formerait un tapis d'un mètre de largeur sur un mètre et demi de longueur.

L'épaisseur de la peau diffère beaucoup suivant les différentes parties du corps. Elle est fort mince sur les paupières et sur la membrane du tympan, très-épaisse sur la plante des pieds et sur le dos. Ses limites sont comprises entre 1/3 de millimètre et 4 millimètres. Dans la plus grande partie du corps, son épaisseur est de 2 millimètres.

Sa résistance est très-considérable. Sappey a constaté qu'une bande de peau de 10 millimètres de largeur et 3 millimètres d'épaisseur peut supporter, sans se rompre, un poids de 10 kilogrammes. Il a également reconnu par l'expérience qu'elle est très-élastique.

Sa couleur varie suivant les races humaines, et c'est même sur cette coloration qu'on s'est le plus souvent basé pour classer ces dernières. On sait combien la peau diffère d'aspect dans la race blanche, la race jaune et la race noire ; mais, malgré cette diversité de coloration, sa structure varie fort peu.

Quand on examine à la loupe la surface de la peau, on reconnaît facilement qu'elle présente des plis et des sillons fort nombreux.

parmi lesquels on remarque les saillies qui sont le siége des impressions tactiles et celles qui existent à la base des poils. L'impression brusque de l'air frais, une émotion morale, etc., rendent ces dernières beaucoup plus apparentes ; c'est là le phénomène auquel on a donné le nom de *chair de poule*.

La surface cutanée est criblée de milliers de petits orifices qui sont les ouvertures des glandes sébacées et sudoripares logées dans l'épaisseur de la peau.

La surface interne de la peau repose sur une couche cellulo-graisseuse nommée *tissu cellulaire sous-cutané*, constituée par des mailles de tissu connectif et élastique contenant de petites masses de graisse. Sa partie profonde peut généralement se dédoubler ; le faisceau le plus interne a reçu le nom de *fascia superficialis*. Lorsque la peau se déplace, ce n'est pas elle qui glisse sur la couche graisseuse sous-cutanée, mais c'est cette dernière qui glisse sur les aponévroses.

La peau se compose de deux couches superposées : une couche profonde, le *derme* ou *chorion ;* une couche superficielle, l'*épiderme* ou *cuticule*. Elles sont étroitement unies et se pénètrent réciproquement.

Structure microscopique de la peau. — La partie profonde de la peau, c'est-à-dire le *derme*, est constituée par une membrane riche en vaisseaux et nerfs qui forme la partie fondamentale de la peau. Cette membrane fibro-élastique contient aussi, surtout autour des follicules pileux et des glandes sébacées, des fibres musculaires qui facilitent l'excrétion du contenu de ces dernières et impriment aux poils des mouvements qui les inclinent diversement les uns sur les autres. Ce sont ces fibres qui, en se contractant sous l'influence du froid, soulèvent les follicules pileux auxquels elles s'attachent et leur font alors faire saillie à la surface de la peau en lui donnant cet aspect particulier que nous avons déjà désigné sous le nom de *chair de poule*.

La surface externe du derme est recouverte, comme nous l'avons dit, par l'épiderme ; elle présente sous ce dernier de petites saillies de 1 à 2 dixièmes de millimètre de hauteur, nommées *papilles*, dont le nombre a été évalué par divers anatomistes à plus de 150 millions, une centaine en moyenne environ par millimètre carré. Elles sont constituées par un simple prolongement du derme et ont pour destination d'augmenter la surface de ce dernier. Dans leur intérieur se ramifient de nombreux vaisseaux sanguins et lymphatiques et, pour celles qui siégent à la paume des mains et à la plante des pieds, des tubes nerveux et des corpuscules du tact formés par l'enroulement des tubes nerveux sur eux-mêmes.

L'*épiderme*, couche superficielle de la peau, qu'elle recouvre comme le ferait un

vernis, est une lame mince, insensible, sans nerfs ni vaisseaux, composée de cellules plates en forme d'écailles analogues à celles des poissons.

Son épaisseur est habituellement fort minime et très-inférieure à celle du derme; mais elle peut devenir considérable dans certains endroits soumis à des frottements répétés, comme la paume des mains et la plante des pieds, par exemple. Quand la production épidermique est trop exagérée, elle constitue de petites tumeurs auxquelles on a donné le nom de *cors*, *durillons*, etc.

On considère l'épiderme comme étant formé de deux couches : une superficielle, *couche cornée*; l'autre profonde, *couche muqueuse* ou réseau muqueux de Malpighi. La plus superficielle, qui n'est qu'une modification de la couche profonde, est composée de cellules aplaties en forme d'écailles à contours irréguliers. La *couche profonde* est composée de cellules polygonales aplaties juxtaposées, différant des précédentes en ce qu'elles contiennent un noyau autour duquel se trouvent des granulations colorées nageant dans un liquide. C'est cette matière colorée, à laquelle on a donné le nom de *pigment*, qui communique à la peau sa coloration. Le pigment abondant chez le nègre, l'est très-peu chez le blanc. C'est donc une simple variation dans la quantité de la matière colorante de l'épiderme qui donne à ces deux races leur couleur si différente.

Sous l'influence des rayons solaires, la production du pigment peut devenir très-abondante chez les personnes habituellement peu colorées, et donner à la peau des parties exposées à l'air cette teinte bronzée qu'on observe chez les habitants des campagnes. Quand l'hypersécrétion de la matière colorante est locale, il en résulte des taches plus ou moins foncées qu'on a nommées *taches de rousseur*. Ce fait nous montre l'influence du milieu sur la coloration de la peau, et il n'est pas douteux que des populations blanches exposées au soleil des tropiques pendant plusieurs générations ne finiraient par devenir absolument noires. Lorsque l'épiderme arrive au niveau des orifices naturels, comme les lèvres par exemple, la couche cornée disparaît et la couche muqueuse se prolonge en totalité ou en partie pour aller constituer les épithéliums. L'épiderme des muqueuses n'est donc autre chose que la partie profonde de l'épiderme cutané, et c'est avec raison que ces membranes ont été qualifiées de l'épithète de *peau rentrée* par divers anatomistes.

Les cellules dont se compose l'épiderme se détruisent et se renouvellent constamment. Les plus profondes deviennent incessamment superficielles en devenant de plus en plus lamelliformes, et dépouillent graduellement la plupart de leurs éléments, jusqu'à ce qu'elles ne soient plus qu'une simple poussière, qui, ayant perdu toute vitalité, doit se séparer de l'organisme. Comme tous les organes, l'épiderme passe donc par ces trois périodes successives: naître, grandir et mourir; mais il les parcourt d'une façon extrêmement rapide. L'épiderme détruit est complétement régénéré en moins de 48 heures.

C'est aux dépens du liquide exhalé par les capillaires du derme que se forment les cellules profondes de l'épiderme. Dans le liquide épanché à sa surface naissent des noyaux qui s'entourent bientôt d'une membrane et constituent ainsi une cellule.

La couche cornée de l'épiderme est complétement imperméable, ainsi que Sappey l'a démontré en remplissant d'eau un tube fermé à sa partie inférieure par un lambeau de cette membrane. La couche muqueuse se laisse, au contraire, très-facilement traverser. Ce n'est donc pas sans raison qu'on dépouille souvent la peau de son épiderme avec un vésicatoire avant d'appliquer à sa surface les médicaments qu'on veut lui faire absorber rapidement. Si l'absorption est cependant possible par la peau munie de son épiderme, comme nous l'avons vu, ce n'est sans doute que parce que la substance est absorbée par les glandes sébacées ou les glandes sudoripares.

On trouve dans l'épaisseur du derme des glandes fort nombreuses nommées *glandes sudoripares* et *sébacées*, et des modifications de la couche pigmenteuse de l'épiderme auxquelles on a donné le nom de *poils* et d'*ongles:*

Nous avons étudié dans un autre chapitre les *glandes sudoripares* et montré leur extrême analogie de structure et de fonctions avec les éléments des reins que nous avons comparés à des glandes sudoripares accolées. Elles sont situées, soit dans les couches profondes du derme, soit dans le tissu cellulaire sous-cutané, et leur nombre, comme nous l'avons vu également, s'élève à 2 millions; leur dimension varie de 1/10 de millimètre à 2 millimètres.

Les *glandes sébacées* sont beaucoup moins nombreuses que les glandes sudoripares. Elles sécrètent une matière grasse dite *matière sébacée*, très-abondante en certains endroits, comme le cuir chevelu, les ailes du nez, etc., et qui manque dans d'autres, tels

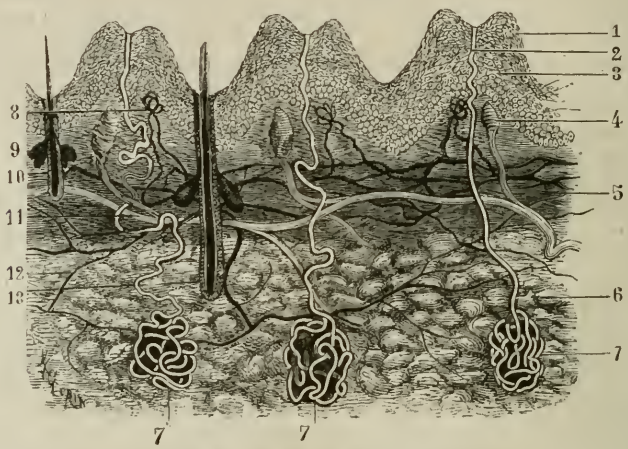


Fig. 254. — *Coupe verticale de la peau.* *
(Grossie 15 fois.)

que la paume de la main. Leur volume est très-variable. Dans tous les points où il existe des follicules pileux, elles entrent en connexion avec eux; chaque follicule pileux possède habituellement deux glandes placées sur des points opposés de son contour. Le liquide de la sécrétion sébacée humecte constamment ces follicules et les maintient toujours gras. Si la sécrétion est suffisante, les cheveux sont brillants si elle ne l'est pas, ils sont secs et cassants. Cette sécrétion se modifie avec l'état de santé; on sait que chez le cheval, le chien et les divers animaux domestiques, les poils, lustrés et brillants dans l'état de santé, deviennent secs, cassants et ternes pendant les maladies.

C'est à une sécrétion trop abondante des glandes sébacées qu'est dû l'aspect gras particulier de la peau qu'on observe chez diverses personnes.

* 1) Couche superficielle de l'épiderme, composée de cellules sans noyau. — 2) Canal excréteur d'une glande sudoripare. — 3) Couche profonde de l'épiderme ou couche muqueuse composée de cellules à noyaux. — 4) Corpuscule du tact. — 5) Derme. — 6) Tissu cellulaire sous-cutané. — 7) Glande sudoripare. — 8) Anse vasculaire. — 9) Glandes sébacées annexées à un poil. — 10) Coupe d'un follicule pileux. — 11) Nerf de la peau. — 12) Vaisseaux de la peau. — 13) Follicule pileux et poil auquel sont annexées deux glandes sébacées.

Quand, par une cause quelconque, l'embouchure des glandes sébacées s'oblitère, la sécrétion de la matière sébacée, ne pouvant être éliminée, s'accumule continuellement dans la glande et forme de petites tumeurs qui atteignent quelquefois un volume considérable, ainsi qu'on l'observe, par exemple, dans les tumeurs de la peau du crâne désignées vulgairement sous le nom de *loupes*.

Organes constitués par une modification de l'épiderme. Poils, ongles, etc. — Les *poils* et les *ongles* sont de simples modifications de l'épiderme, dont ils ont tout à fait la structure.

Les *poils* sont logés dans une dépression de la peau nommée *follicule pileux*, ayant la forme d'un doigt de gant. Cette dépression comprend deux tuniques: l'une dépendante du derme, l'autre de l'épiderme. Elle constitue une cavité cylindrique qui s'ouvre à la surface libre de la peau perpendiculairement au derme. Les glandes sébacées s'ouvrent dans ces cavités. Au fond des follicules se trouve une saillie, *papille pileuse*, sur laquelle est implanté le poil.

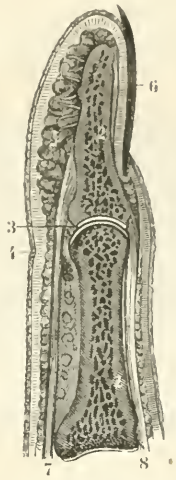


Fig. 255. — *Coupe verticale du pouce.**

Les poils présentent une structure identique dans toutes les parties du corps et chez les divers animaux; mais leur développement est, comme on le sait, fort variable. Ils forment aux uns une épaisse toison, et n'existent chez les autres qu'à l'état de duvet.

La partie des poils située dans les follicules a reçu le nom de *racine*; leur partie inférieure a reçu le nom de *bulbe du poil*. Le bulbe repose sur la papille des follicules, à laquelle il adhère; la partie libre du poil a reçu le nom de *tige*.

Au point de vue de leur structure, les poils se composent de trois parties: La première, centrale, connue sous le nom de *substance médullaire*, est formée par une traînée

* 1) Première phalange. — 2) Deuxième phalange. — 3) Articulation des deux phalanges. — 4) Pli de la peau en rapport avec l'articulation. — 5) Tissu cellulaire sous-cutané. — 6) Ongle. — 7) Tendon du long fléchisseur. — 8) Tendon du long extenseur du pouce.

de cellules rectangulaires à noyaux et de granulations pigmentaires analogues aux cellules de la couche muqueuse de l'épiderme.

La couche moyenne du poil, moins colorée que la précédente, est nommée *substance corticale* ; elle représente un cylindre contenant dans sa cavité la substance médullaire. Elle est formée de cellules comme la couche médullaire; mais ces cellules, aplaties et allongées, sont analogues aux cellules profondes de la couche superficielle de l'épiderme. C'est la juxtaposition des écailles *fusiformes* dont cette couche est formée qui donne aux cheveux leur aspect fibreux.

La troisième couche ou épiderme des poils est une pellicule mince, incolore, formée de cellules écailleuses, imbriquées. Ces cellules sont souvent un peu rejetées en dehors sur le bord du poil, ce qui donne à ce dernier un aspect dentelé. C'est cette disposition des écailles qui avait fait croire que les poils sont composés de cônes emboîtés les uns dans les autres comme des cornets.

Les trois couches qui constituent le poil proviennent de la couche du follicule pileux correspondant à la couche muqueuse de l'épiderme.

Les *plumes* des oiseaux ont une structure analogue; la partie transparente, celle qui sert à écrire, est formée par la couche cornée de l'épiderme des follicules.

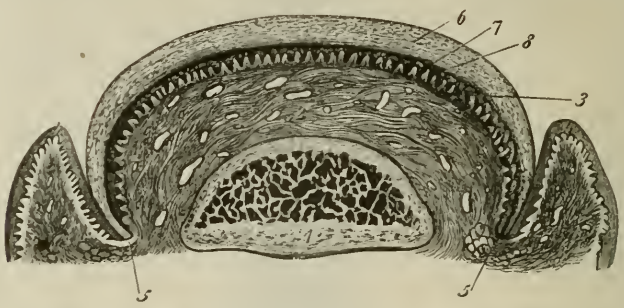


Fig. 256. — *Coupe transversale de la troisième phalange du petit doigt.**
(Grossie 7 fois.)

Les *ongles* ont, comme nous le disions plus haut, une structure très-analogue à celle de l'épiderme. Ce sont des lames cornées enchâssées dans le derme qui revêt la face dorsale de la dernière phalange des doigts et des orteils. Ils sont formés de cellules analogues à celles de l'épiderme et comprennent, comme lui, une couche muqueuse et une couche cornée.

Chez l'homme, c'est la main qui est l'organe principal du toucher. Elle est munie d'articulations qui lui permettent une mobilité extrême, et de nerfs nombreux qui lui donnent une grande sensibilité. Les rameaux nerveux destinés à la face palmaire des doigts

* 1) Os de la phalange. — 2, 3) Lit de l'ongle. Les orifices blancs représentent les sections des vaisseaux. — 4, 4, 5, 5) Matrice de l'ongle. — 6) Ongle. — 7, 8) Couche profonde de l'ongle correspondant à la couche muqueuse de l'épiderme.

sont munis de corpuscules en forme de ganglions, dits *corpuscules de Paccini*, dont les usages nous sont encore inconnus.

C'est surtout à la faculté qu'il possède de pouvoir opposer son pouce aux autres doigts de façon à former avec eux une sorte de pince mobile en tous sens, que l'homme doit la grande perfection de son organe du toucher.

Chez certains singes, tels que les sapajous, l'extrémité de la queue sert aussi d'organe du toucher; chez le rat et le phoque, les poils peuvent être considérés comme des organes du même sens;

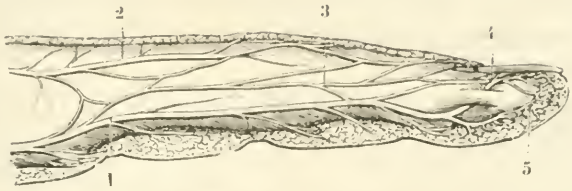


Fig. 257. — *Nerfs des doigts.**

chez l'éléphant, le cochon, la taupe, c'est la trompe ou l'extrémité du nez qui remplit cet office. Chez la chauve-souris, ce sont les membranes des ailes.

Fonctions de l'organe du toucher. On donne le nom de *toucher* à la sensation que produit sur la surface du corps le contact de la matière.

De la nature intime de l'agent qui produit cette sensation nous ne pouvons rien dire, pas plus que nous n'avons rien pu dire de la nature de l'agent qui produit les saveurs et les odeurs.

Nous ignorons également la nature des modifications qu'il fait éprouver à ce sens. Nous savons seulement que le toucher ne peut avoir lieu sans pression, c'est-à-dire sans une déformation plus ou moins grande des tissus, et, par conséquent, sans ébranlement des fibres nerveuses qu'ils contiennent. C'est sans doute cet ébranlement qui, perçu par le cerveau, constitue pour nous l'impression du toucher.

Le toucher est un sens mixte ou peut-être même une réunion

* 1 à 5) Rameaux nerveux se distribuant aux doigts.

de plusieurs sens. Il nous fait, en effet, connaître des qualités fort diverses des corps, telles que leur température, leur poids, leur étendue, leur consistance; mais la plupart des notions qu'il fournit ne deviennent parfaites qu'avec le concours de la vue.

Le tact a pour siége, ainsi que nous l'avons dit, tous les points de la peau et des muqueuses, mais surtout les parties aptes, comme la main, à s'appliquer sur les corps que l'on veut examiner. Les muscles dépouillés de la peau qui les recouvre ne ressentent point l'impression du toucher, à moins qu'on ne les comprime énergiquement, ainsi que l'a vu Weber dans des expériences faites sur un individu dont le bras avait été dénudé par un phlegmon et présentait les muscles à nu.

La sensibilité tactile et la sensibilité générale sont loin d'être développées dans une même partie en raison l'une de l'autre. La main, qui possède la sensibilité tactile à un haut degré, est moins sensible aux chocs violents que beaucoup d'autres parties du corps, telles que la figure.

Les sensations diverses produites par le contact des corps, telles que les sensations de résistance, de contact, de température, etc., résulteraient, d'après plusieurs observateurs, qui n'ont fait que développer, du reste, une opinion remontant à Aristote, du mélange de sensations diverses. C'est ainsi qu'on a divisé la sensation du toucher : en sensation d'activité musculaire; en sensation de contact; en sensation de température; en sensation de douleur. Sensations pour lesquelles il existerait des nerfs distincts.

On peut objecter à cette manière de voir, que ne confirment pas, du reste, les recherches anatomiques, qu'il existe plusieurs sens, comme l'œil, par exemple, qui nous donnent aussi plusieurs sensations, telles que celles de forme, de couleur, de relief, sans que nous puissions attribuer ces sensations diverses à des sens distincts.

La sensation de contact produite par le toucher des corps est loin de pouvoir être discernée avec la même netteté dans toutes les parties du corps. Weber a prouvé que les deux pointes d'un compas placées simultanément sur les divers points de la peau doivent présenter des écartements très-variables pour produire deux sensations distinctes. Les parties qui exigent la moindre distance entre les

deux extrémités du compas pour produire une impression double, c'est-à-dire celles qui ont la faculté tactile au plus haut point, sont : le bout de la langue, qui perçoit deux sensations distinctes avec un écartement des pointes de 1 millimètre ; l'extrémité palmaire des doigts, qui n'exige qu'un écartement de 2 millimètres. Viennent ensuite la surface rouge des lèvres et la deuxième phalange des doigts, qui exigent 4 millimètres ; le bout du nez, 6 millimètres ; la muqueuse du palais, 12 millimètres ; la peau de la pommette, 14 millimètres ; la muqueuse des gencives, 18 millimètres ; le dos de la main, 28 millimètres ; le cou, 30 millimètres ; le genou et le dos du pied, 36 millimètres ; le milieu du bras et de la cuisse, 60 millimètres.

La sensation de résistance occasionnée par une pression de la peau s'apprécie aussi par le toucher, mais aidé de l'intelligence, qui intervient pour évaluer le degré d'effort musculaire employé pour soulever ou soutenir le poids. Les parties qui distinguent le mieux les sensations ayant leur siége à des distances minimes sont aussi celles qui distinguent le mieux les légères différences de pression. Le plus petit poids que la peau humaine soit capable de percevoir est de 2 milligrammes ; c'est sur le dos de la main que ce faible poids est perçu.

La sensation de température se manifeste sur des surfaces peu douées de sensibilité tactile, comme les dents, l'estomac, le gros intestin, ce qui la fait considérer par plusieurs physiologistes comme un phénomène de sensibilité générale.

L'impression de température due au contact d'un corps n'est évidemment perceptible que s'il y a une différence de température entre l'organe tactile et le corps touché. L'expérience démontre que l'impression est proportionnelle à l'étendue des surfaces en contact. Avec l'extrémité des doigts on percevra difficilement une différence de température de 1/3 de degré, tandis que cette différence devient perceptible si la main entière subit l'impression.

Les diverses régions de la peau ne perçoivent pas avec une netteté égale les différences de température ; la peau des doigts est moins sensible que la peau des joues et des paupières ; celle des oreilles est à cet égard fort sensible.

Les physiologistes et les philosophes ont fait du toucher le plus important des sens. Buffon prétend que c'est par le toucher seul que nous pouvons acquérir des connaissances complètes et réelles, et que, sans lui, les autres sens ne produiraient que des erreurs dans notre esprit. Helvétius va plus loin encore en disant que si la nature, au lieu de mains et de doigts flexibles, eût terminé nos poignets par un pied de cheval, les hommes seraient encore errants dans les forêts comme des troupeaux fugitifs.

Dès Aristote, cette erreur sur l'importance du toucher avait cours dans la science, et il y a déjà bien des siècles que Galien l'a réfutée en disant que ce n'est pas la main, mais la raison, qui a enseigné les arts. Si l'homme était né sans mains, il les aurait remplacées sans doute par un artifice quelconque, comme le font les malheureux qu'un accident prive de ces précieux organes.

Le toucher est un sens qui nous fait connaître bien des qualités des corps et nous enseigne surtout à rectifier les erreurs que les autres sens produiraient dans notre esprit ; mais il n'existe aucune raison de le placer au premier rang et il me semble indubitable que sa privation aurait eu beaucoup moins d'influence que celle de la faculté visuelle sur l'évolution de l'homme.

Nous terminerons ici ce que nous avions à dire de la physiologie des appareils qui mettent l'organisme en relation avec le monde extérieur, c'est-à-dire des sens. En examinant la structure de tous ces organes d'aspects si divers, il est facile de reconnaître que sous cette diversité apparente se cachent des analogies profondes et qu'en réalité ils sont tous construits sur un même plan. En dernière analyse, ils représentent une membrane nommée *rétine* dans l'œil, *labyrinthe membraneux* dans l'oreille, *membrane pituitaire* dans les fosses nasales, *muqueuse linguale* sur la langue, *peau* sur la surface du corps, recevant des ramifications de nerfs en rapport avec les centres nerveux auxquels ils transmettent les modifications que les excitants leur impriment.

Cette analogie que nous constatons entre les divers organes des sens s'étend aux agents qui les impressionnent, et entre ceux de ces agents, tels que la lumière, le son et la chaleur, dont l'étude

est déjà avancée, la science moderne a pu montrer les plus étroites ressemblances. Ils sont tous déterminés par les vibrations de la matière, et dans toutes ces forces mystérieuses, dont nous sommes si loin encore d'avoir pu pénétrer l'essence, nous devinons dès à présent de simples manifestations du mouvement.

Sous l'apparente complexité des choses se retrouve toujours cette unité qui semble la loi de tous les phénomènes : unité d'où l'infinie variété dérive et dont nous ne savons ce qu'il faut le plus admirer, de sa simplicité ou de sa grandeur.

CHAPITRE V.

ÉLÉMENTS NERVEUX. — NERFS ET CENTRES NERVEUX.

§ 1er. *Vue d'ensemble du système nerveux.* — Importance et rôle du système nerveux. — Equilibre existant entre le développement des parties du système nerveux qui régissent les actes conscients et celui des parties qui président aux actes inconscients. — § 2. Structure des éléments constitutifs du système nerveux. — Cellules et tubes nerveux. — Rapports qu'ils présentent entre eux. — § 3. *Les centres nerveux.* — Liquide céphalo-rachidien et méninges. — Encéphale. — Variations de son poids. — Cerveau et cervelet. — Parties reliant entre elles le cerveau, le cervelet et la moelle épinière. — Pédoncules. — Bulbe rachidien et protubérance. — Moelle épinière. — Structure de ce centre nerveux et relations qu'il présente avec le cerveau et les nerfs. — Circulation dans les centres nerveux. — Mouvements du cerveau. — Vaisseaux du cerveau et de la moelle. — Relations entre les vaisseaux du cerveau et ceux des parois extérieures du crâne. — § 4. *Les nerfs.* — Division en nerfs crâniens, rachidiens et du grand sympathique. — Tableau de la distribution des nerfs et de leurs fonctions. — I. *Nerfs crâniens :* nerf olfactif, nerf optique, etc. — II. *Nerfs rachidiens.* — Branches rachidiennes postérieures, antérieures et ganglionnaires. — Importance des branches antérieures. — Plexus qu'elles forment par leur réunion et branches qui en émanent. — III. *Nerfs du grand sympathique.* — Branches de la moelle épinière dont la réunion forme ces nerfs. — Portions cervicale, thoracique, abdominale et pelvienne du grand sympathique. — Usages du grand sympathique, son influence sur les actes de la vie involontaire, sur la nutrition et sur les principales fonctions. — Son rôle frigorifique. — Origine réelle des nerfs vaso-moteurs. — Relations de l'axe spinal avec le grand sympathique. — § 5. *Relations des diverses parties du système nerveux entre elles.* — Connexion que présentent entre eux le cerveau, le cervelet, la moelle épinière et les nerfs.

§ 1er.

VUE D'ENSEMBLE DU SYSTÈME NERVEUX.

Nous avons jusqu'ici étudié les fonctions des divers organes qui servent à l'entretien des êtres vivants et les mettent en relation avec le monde extérieur. Bornés uniquement aux parties que nous avons décrites, ces organes seraient ce qu'est la machine sans son moteur, la voile sans le vent qui la gonfle, ce qu'était l'homme d'argile de Prométhée avant qu'une étincelle ravie aux dieux vînt animer ses formes. Aptes à vivre, ils seraient cependant éternellement impuissants à vivre.

Les éléments des organes dont l'ensemble constitue l'animal sont en relation, au moyen de conducteurs particuliers nommés les nerfs, avec un appareil central, le système nerveux, qui leur donne la vie. Régulateur suprême de la machine vivante, il veille sans relâche à ce que la circulation, la respiration, la digestion et toutes les fonctions s'accomplissent régulièrement. Il anime nos muscles et place leurs mouvements sous l'empire de la volonté, transforme en sensation perçue l'image reçue par la rétine, la vibration qui a frappé l'oreille, l'impression du corps odorant sur la muqueuse olfactive. C'est lui qui nous rend aptes à sentir la joie et la douleur, et nous permet d'avoir conscience de notre existence. Tous les phénomènes intellectuels sont entièrement placés sous sa dépendance, et l'anatomie nous enseigne que l'animal est d'autant plus parfait que le développement de son système nerveux est lui-même plus complet.

Chez les êtres les plus inférieurs de l'échelle animale, il n'existe pas plus de système nerveux qu'il n'existe de système musculaire ou tout autre système figuré quelconque. L'ensemble de leur corps est constitué par une matière granuleuse sans organisation apparente, et cependant, bien que privée de nerfs, de muscles et de toute espèce d'organes, cette matière est excitable et exécute des mouvements spontanés ou provoqués. Mais cette anomalie apparente résulte sans doute de ce que chez eux la matière organique offre réunies des propriétés qui sont séparées chez l'animal supérieur. De même que nous voyons, en nous élevant dans la série des êtres, des organes qui avaient d'abord plusieurs fonctions n'en posséder bientôt qu'une seule, de même les éléments qui se dissocieront plus tard pour former des fibres nerveuses et musculaires nettement séparées se montrent d'abord associés et pour ainsi dire amalgamés. C'est dans les éléments anatomiques des organes et non dans leur forme que les propriétés physiologiques résident.

Le système nerveux est constitué par deux sortes d'éléments que nous aurons à étudier plus tard : des globules de formes variées nommés *cellules*, et des *fibres nerveuses* qui relient les cellules entre elles.

C'est dans les cellules nerveuses que s'élaborent toutes les mani-

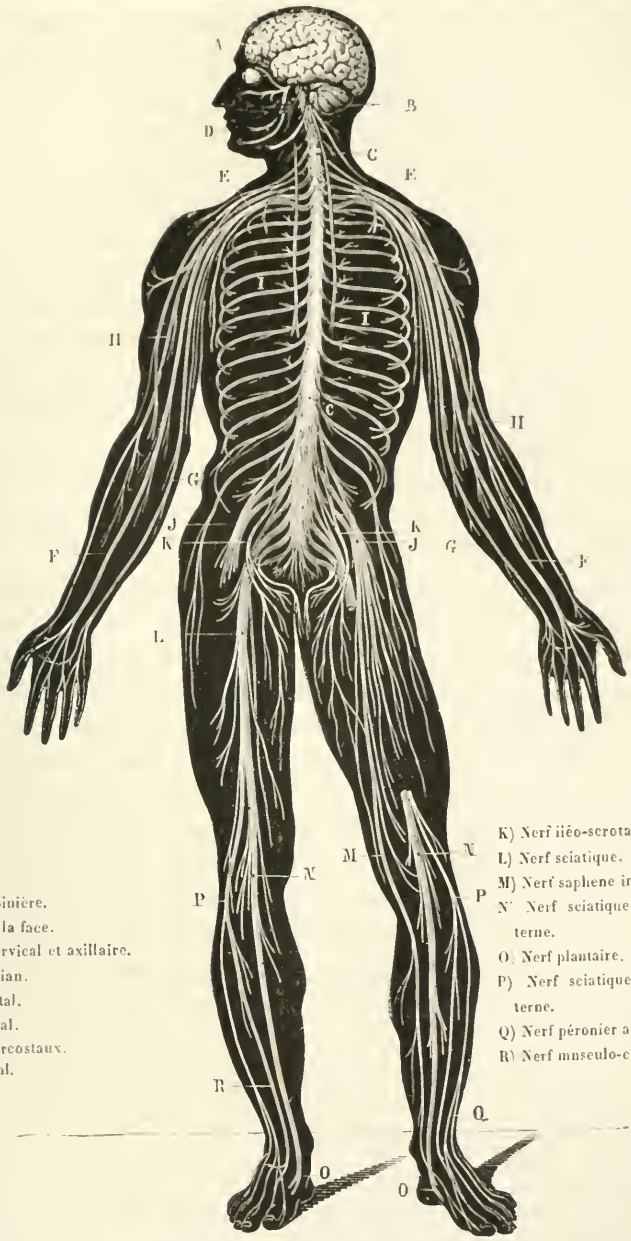
festations du système nerveux et les phénomènes intellectuels les plus complexes. Les fibres ne sont que des conducteurs qui transmettent aux cellules les impressions reçues par les organes des sens, ou conduisent aux muscles les excitations nécessaires pour que ces derniers puissent entrer en mouvement.

Envisagé au point de vue anatomique, le système nerveux se compose principalement d'une partie centrale constituant un axe vertical appelé *moelle épinière*, terminé à sa région supérieure par une masse volumineuse nommée *cerveau*. Cet axe est relié à tous les organes par des fils conducteurs, les *nerfs*, destinés à le mettre en relation avec toutes les régions du corps. Le cerveau et la moelle forment deux centres bien distincts, dont l'ensemble a reçu le nom d'*axe cérébro-spinal*.

De chaque côté de l'axe vertical qui constitue la moelle épinière naissent une série de ganglions reliés entre eux par des nerfs. Ils forment un ensemble auquel on a donné le nom de *nerf grand sympathique* généralement considéré aujourd'hui comme une dépendance de la moelle épinière.

Parmi les nerfs qui mettent la moelle épinière et le cerveau en rapport avec tous les organes, les uns, nommés *nerfs sensitifs*, ont pour fonction, comme nous le verrons plus loin, de conduire au système nerveux central les impressions reçues dans les différentes parties du corps où ils se ramifient; les autres, désignés sous le nom de *nerfs moteurs*, transmettent aux muscles les excitations motrices nécessaires pour les faire entrer en mouvement. Les premiers mettent en jeu l'activité propre des centres nerveux; les seconds, l'activité des fibres musculaires. Si on coupe un nerf sensitif, les parties dans lesquelles il se distribuait perdent leur sensibilité, mais conservent la puissance de se mouvoir. Si on coupe un nerf moteur, les organes qui étaient placés sous son influence conservent la sensibilité, mais perdent entièrement le pouvoir d'exécuter des mouvements. Quelle que soit la douleur ressentie par l'animal, il devient impuissant à faire le moindre mouvement pour la manifester.

Parmi les actes placés sous l'empire du système nerveux, les uns, tels que la circulation et les sécrétions, par exemple, sont



A) Cerveau.
B) Cervelet.
C) Moelle épinière.
D) Nerfs de la face.
E) Plexus cervical et axillaire.
F) Nerf médian.
G) Nerf cubital.
H) Nerf radial.
I) Nerfs intercostaux.
J) Nerf crural.
K) Nerf iléo-scrotal.
L) Nerf sciatique.
M) Nerf saphene interne.
N) Nerf sciatique poplité interne.
O) Nerf plantaire.
P) Nerf sciatique poplité externe.
Q) Nerf péronier antérieur.
R) Nerf musculo-cutané.

Fig. 258 — *Ensemble du système nerveux.*

complétement soustraits à l'action de la volonté, tandis que les autres, comme les mouvements, sont sous sa dépendance. En se basant sur ce fait physiologique, Bichat avait divisé le système nerveux en deux parties entièrement distinctes, le système nerveux de *la vie animale* et le système nerveux de *la vie organique* : le premier placé sous l'influence de l'axe *cérébro-spinal* et des nerfs qui en dépendent ; le second, sous l'action du grand sympathique. L'un tiendrait sous sa loi tous les phénomènes de la vie animale (mouvements, sensations, phénomènes intellectuels, etc.); l'autre tous les actes de la vie organique (circulation, respiration, digestion, sécrétions, etc.). Mais l'observation a démontré que cette distinction n'est pas absolue et que les nerfs qui vont dans les organes de la vie végétative tirent leur origine des centres nerveux. Le grand sympathique, simple dépendance de la moelle épinière, ne peut guère, ainsi que nous le verrons plus loin, être considéré comme un centre nerveux isolé.

Les expériences physiologiques ont démontré d'une façon certaine que tous les phénomènes où la volonté intervient se passent dans le cerveau, et que ceux sur lesquels elle est sans action sont sous l'empire de la moelle épinière ou de sa dépendance, le grand sympathique. La moelle épinière est un centre nerveux qui reçoit à l'état brut les impressions que le cerveau est ensuite chargé d'élaborer. Elle est le centre des phénomènes inconscients et automatiques, tandis que le cerveau est l'organe qui préside aux phénomènes dont l'animal a conscience. Dans la moelle épinière, l'acte suit nécessairement l'impression, phénomène qui s'explique facilement quand on sait les relations qui existent entre les parties postérieures de cet axe auxquelles les nerfs apportent les sensations, et ses parties antérieures d'où partent les nerfs conducteurs des excitations qui produisent le mouvement. L'activité des uns est aussi fatalement suivie de la mise en jeu des autres, que le mouvement imprimé à une roue est forcément transmis aux divers rouages qui engrènent avec elle.

Nous voyons, par ce qui précède, l'importance de la moelle épinière comme centre nerveux. Déjà nous avions fait pressentir son rôle en disant quelques mots, dans notre chapitre des sensations.

de la fréquence des phénomènes inconscients chez les êtres vivants, quelque élevés qu'ils puissent être. Nous avons dit aussi dans le même chapitre que les phénomènes inconscients sont d'autant plus fréquents chez l'animal que les phénomènes conscients le sont moins, et c'est pour cela que l'instinct — que nous avons défini un raisonnement inconscient — peut être considéré comme étant habituellement en raison inverse de l'intelligence. L'anatomie comparée justifie cette observation en nous montrant qu'il y a entre le centre nerveux qui préside aux activités conscientes, c'est-à-dire le cerveau, et celui qui préside aux activités inconscientes, c'est-à-dire la moelle et ses dépendances, une sorte de *balancement* tel que le développement de l'un entraîne forcément la diminution de l'autre. Plus l'animal est bas dans l'échelle vivante, plus il est automatique et plus son axe spinal est développé et son cerveau réduit. A mesure que nous nous élevons dans la série des êtres, le rapport inverse s'établit, c'est-à-dire que le cerveau se développe et la moelle épinière se réduit. Entre tous les vertébrés, l'homme est celui qui présente la moelle la plus petite, comparativement à sa masse encéphalique.

Ce balancement réciproque des deux grands centres nerveux peut s'étudier facilement chez l'embryon humain. Dans les premières périodes de son existence, alors que sa structure est analogue à celle des êtres les plus inférieurs, son système nerveux est presque réduit à une corde dorsale comme celui des poissons, le cerveau étant presque à l'état rudimentaire. A mesure qu'il continue son évolution progressive, son axe spinal diminue d'importance en même temps que son cerveau en acquiert.

La sphère des actions automatiques et inconscientes est donc d'autant plus vaste que l'axe spinal est plus développé. L'existence de ce centre spécial pour les actes dont il est inutile que l'animal ait conscience a pour résultat de réduire le travail du cerveau en lui enlevant la gestion des fonctions qui doivent, comme la circulation, par exemple, s'exercer sans relâche, et dont la surveillance incessante aurait été une fatigue considérable pour lui.

Nous verrons dans un prochain chapitre à quelle source les éléments nerveux puisent leur activité et comment cette activité

n'est qu'une transformation des forces dont nous avons précédemment abordé l'étude.

Avant d'étudier les propriétés des éléments nerveux et les modes divers sous lesquels l'activité nerveuse peut se manifester, nous allons examiner rapidement la structure de ces éléments et jeter un coup d'œil sur les différents organes : cerveau, moelle épinière et nerfs, qu'ils forment en s'unissant entre eux.

§ 2.

STRUCTURE DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTÈME NERVEUX.

Éléments qui constituent le système nerveux. Les parties si diverses dont se compose le système nerveux se réduisent, au point de vue de leur structure, à deux éléments essentiels : des *cellules* et des *tubes*.

Les *cellules nerveuses* forment la substance grise des centres nerveux. Elles sont les instruments des sensations, de l'intelligence et de la volonté. Les *tubes nerveux* ou *fibres nerveuses* forment la substance blanche des mêmes centres. Ce sont des organes conducteurs qui ne semblent avoir d'autres fonctions que de mettre les cellules en relation entre elles. Ils sont aux cellules nerveuses ce qu'est le fil télégraphique à la pile dont il transmet le courant électrique.

La vitalité des cellules et des fibres nerveuses, des premières surtout, est considérable ; aussi sont-elles placées dans un réseau de vaisseaux où elles peuvent facilement trouver les principes dont elles ont besoin. Les éléments nerveux paraissent surtout constitués par des matériaux albuminoïdes, car d'après les recherches faites sur la proportion d'urée éliminée par l'homme, ce produit qui représente le dernier terme de l'échelle des métamorphoses subies par ces composés, semble varier avec l'activité cérébrale. Ils contiennent aussi une sorte de graisse phosphorée, le *protagon*, dont la consommation pendant leur activité serait, suivant le Dr Liebreich, plus considérable que dans l'état de repos. Cette substance, au lieu d'être considérée comme un produit défini, est envisagée aujour-

d'hui comme un corps très-complexe ; mais cela ne change rien au résultat des expériences qui ont été faites sur elle.

Nous avons vu dans un autre chapitre que, d'après Flint, le produit de la désassimilation des éléments nerveux serait la cholestérine, substance séparée du sang par le foie et versée dans l'intestin avec la bile. Cet observateur croit avoir reconnu que cette matière était d'autant plus abondamment sécrétée que le système nerveux était plus actif. *Se faire de la bile* serait donc une expression parfaitement justifiée *.

* STRUCTURE MICROSCOPIQUE DES ÉLÉMENTS NERVEUX.

Cellules nerveuses. — Les cellules nerveuses représentent une sorte de sac constitué par une membrane d'enveloppe remplie de granulations dans lesquelles se trouve un noyau, constitué lui-même par une masse granuleuse contenant un ou plusieurs petits noyaux et entourée d'une membrane.

Les cellules nerveuses ne sont pas isolées. Elles envoient dans diverses directions des prolongements qui se continuent avec d'autres cellules ou avec des tubes nerveux. On a longtemps ignoré l'existence de ces prolongements à cause de la difficulté de les apercevoir au microscope en raison de leur fragilité et de leur transparence. Ils sont constitués uniquement, en effet, par un filament central, transparent comme un fil de verre, qui se trouve, ainsi que nous le verrons plus loin, au centre des tubes nerveux. Ce n'est qu'à une certaine distance de la cellule que ce filament se revêt des parties qui le recouvrent habituellement dans les tubes nerveux.

Suivant le nombre de leurs prolongements, les cellules nerveuses ont été divisées en cellules *bipolaires* et en cellules *multipolaires*. Les cellules dites *apolaires*, c'est-à-dire sans prolongements, ne sont plus admises par la majorité des anatomistes.

Ce sont les cellules nerveuses qui, ainsi que nous l'avons déjà dit, constituent par leur réunion la partie superficielle du cerveau, celle que les anatomistes ont désignée sous le nom de *substance grise*.

Fibres nerveuses. — Les fibres nerveuses ou tubes nerveux sont constitués chez l'animal vivant par de petits cylindres réguliers, transparents, homogènes. Traités par des réactifs convenables, ils laissent distinguer trois parties : 1° une *enveloppe* très-mince, 2° une couche nommée *moelle nerveuse* ou *myéline*, 3° un filament central nommé *cylindre de l'axe* ou *cylinder axis*. C'est ce filament central qui est la partie la plus essentielle du nerf, car on ne le voit jamais disparaître alors que la moelle d'abord et, d'après beaucoup d'observateurs, l'enveloppe aussi disparaissent dans diverses régions.

L'enveloppe du tube nerveux ou gaîne de Schwann est une membrane très-mince, transparente, de nature conjonctive ; on n'est pas encore parvenu à démontrer son existence dans tous les points du système nerveux, et pour beaucoup d'observateurs elle manquerait dans les tubes qui entrent dans la constitution de la moelle épinière et du cerveau. C'est en tout cas à un amincissement considérable de cette enveloppe que seraient dues la souplesse et la mollesse extrêmes du tissu nerveux de ces régions. Par ses réactions chimiques, elle se rapproche beaucoup de l'enveloppe des fibres musculaires.

La *myéline* ou moelle des nerfs est une masse homogène demi-liquide et transparente quand on l'examine sur un tube nerveux qui vient d'être séparé de l'animal vivant, mais après la mort elle se coagule et se sépare en grumeaux. Elle est composée de matières grasses combinées avec un principe protéique. On la considère généralement comme destinée à isoler le cylindre-axe et, par suite, les courants qui le traversent. Les nerfs qui en sont dépourvus ont un aspect gélatineux et une couleur grisâtre. Dans les nerfs de l'axe cérébro-spinal, ce sont les tubes riches en myéline qui prédominent. Ce sont, au contraire, les tubes pauvres en myéline, ou n'en contenant pas, qui prédominent dans le grand sympathique. Elle est plus abondante dans les tubes des nerfs moteurs que dans ceux des nerfs sensitifs. Jusqu'au 5e mois de la vie fœtale, les nerfs de l'embryon en sont privés. Elle manque complétement chez les animaux sans vertèbres.

Le filament central du nerf ou *cylindre-axe* est une sorte de fil diaphane élastique, transparent comme du cristal. Il se sépare en fines granulations après la mort. Jusqu'en 1838, époque à laquelle Remack le découvrit, son existence resta ignorée. On le considère aujourd'hui comme l'élément essentiel des nerfs vivants. C'est la

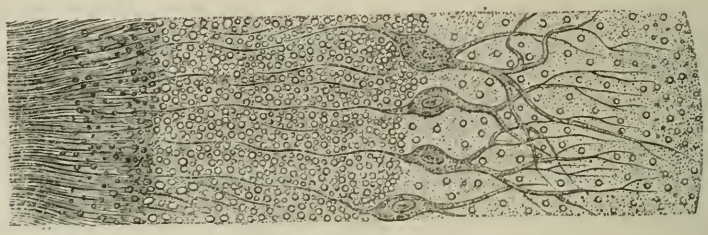


Fig. 259. — *Cellules et fibres nerveuses du cervelet.*
(On voit entre les cellules et les fibres la matière granuleuse qui les unit.)

seule partie qu'en effet on voie persister toujours; lorsque, sous des influences morbides, la myéline disparaît, le pouvoir fonctionnel du nerf, bien qu'amoindri, subsiste encore.

Le filament central se compose d'une matière protéique analogue par quelques-unes de ses propriétés à la substance essentielle des muscles. D'après quelques anatomistes, on pourrait apercevoir à sa surface des stries longitudinales et il serait décomposable en fibrilles élémentaires. Suivant Fromann et Grandry, lorsqu'on le traite par le nitrate d'argent, il se recouvre de stries transversales comparables à celles des fibrilles musculaires, dont il se rapproche du reste par divers caractères. Selon le dernier de ces auteurs, le cylindre de l'axe serait formé de disques superposés et séparés par une substance n'ayant pas les mêmes propriétés que les disques eux-mêmes. En résumé, la structure des fibres nerveux est, comme on le voit, assez compliquée.

Ce sont les tubes nerveux accolés les uns aux autres et réunis par des éléments du tissu conjonctif qui forment la substance blanche des centres nerveux. Ce sont eux aussi qui, par leur réunion, constituent les cordons nommés *nerfs*. Pour former ces derniers, les tubes nerveux se réunissent d'abord en petits faisceaux entourés d'une membrane, et ces petits faisceaux primitifs, analogues aux faisceaux musculaires primitifs, se groupent bientôt en d'autres faisceaux reliés entre eux par une enveloppe de tissu fibreux nommée *névrilème*, qui constitue l'enveloppe commune du

cordon nerveux. Cette enveloppe se comporte à l'égard des faisceaux primitifs des tubes nerveux comme l'enveloppe des muscles à l'égard des faisceaux qui les constituent. On voit naître de sa face interne des cloisons qui pénètrent entre les faisceaux nerveux et se subdivisent de plus en plus pour recouvrir les divers faisceaux jusqu'aux faisceaux primitifs.

Sur la surface du névrilème cheminent des vaisseaux et des nerfs très-nombreux. Ces derniers, découverts par Sappey en 1867, sont aux nerfs que le névrilème recouvre ce que les *vasa vasorum* sont aux vaisseaux.

Le diamètre des tubes nerveux est extrêmement minime. Les plus petits ont 3 millièmes de millimètre de diamètre; les plus gros 1 centième de millimètre. On voit par ces chiffres quelle prodigieuse quantité de ces tubes doit entrer dans la constitution des nerfs d'un certain volume.

Les nerfs qui forment les tubes nerveux par leur réunion s'anastomosent fréquemment entre eux et constituent souvent des réseaux très-compliqués ; mais les filets nerveux s'adossent sans se continuer comme les vaisseaux l'un dans l'autre. Une pareille continuité aurait eu, du reste, pour résultat de troubler profondément les phénomènes de l'innervation, les nerfs moteurs ayant des fonctions tout à fait différentes de celles des nerfs sensitifs. Les tubes nerveux ont, en réalité, dans toute l'étendue de leur parcours une complète indépendance. Leurs anastomoses se font uniquement par l'intermédiaire de leur enveloppe.

Indépendamment des fibres nerveuses qui viennent d'être décrites, il existe dans le grand sympathique des éléments nommés *fibres grises organiques*, *fibres de Remack*, *fibres gélatineuses*, considérées généralement comme des fibres nerveuses à l'état embryonnaire. Elles ne diffèrent des fibres nerveuses ordinaires que par l'absence de myéline. Elles sont parsemées de noyaux à leur surface. Leur diamètre ne dépasse guère 2 millièmes de millimètre.

Origine et terminaison des tubes nerveux. — Un tube nerveux a toujours pour origine une cellule nerveuse, et le nucléole de la cellule serait, d'après plusieurs observateurs, le point de départ du cylindre-axe. Sa terminaison se fait également par une cellule ou par des corps qui en dérivent.

Les nerfs moteurs se terminent par des plaques en rapport avec les fibrilles musculaires et les nerfs sensitifs dans des corpuscules divers.

Lorsque le nerf moteur, après des divisions successives, est réduit uniquement à des tubes nerveux, les tubes nerveux se divisent à leur tour. Lorsqu'ils sont arrivés au faisceau musculaire où ils doivent se terminer, leur enveloppe externe s'étale sur la fibre musculaire et se confond avec le sarcolemme. La substance médullaire disparaît, et le cylindre-axe seul pénètre sous le sarcolemme, où il s'épanouit sous la forme d'une plaque de substance granuleuse. Dans les fibres musculaires lisses, leur terminaison, du reste très-mal connue, semble se faire par un renflement punctiforme qui se perdrait dans l'intérieur des fibres.

Les nerfs sensitifs se terminent par des extrémités libres munies d'appareils spéciaux ayant reçu des noms divers (*corpuscules du tact* et *corpuscules de Krause*), mais qui ne diffèrent guère entre eux que par leurs dimensions et par leur développement plus ou moins avancé. On les a considérés comme des appareils de renforcement pour les impressions que subissent les extrémités nerveuses. Ils sont constitués par l'enroulement des tubes nerveux privés de myéline sur eux-mêmes. Leur extrémité est renflée et granuleuse, et c'est autour de ce renflement que s'enroule le tube nerveux. Le corpuscule entier ressemble, suivant Ronget, à un peloton de fil dont l'extrémité renflée servirait de support au fil enroulé.

Il existe encore un autre mode de terminaison des nerfs sensitifs. Ce sont les cor-

puscules de *Pacini*, petits corps de 1 à 3 millimètres de longueur, qu'on trouve sur le trajet des nerfs collatéraux des doigts et des orteils. Ils sont constitués par une coque formée de lamelles de tissu conjonctif (périnèvre d'après Robin). Cette coque contient une masse demi-liquide, niée par divers observateurs, au centre de laquelle le cylindre-axe se termine par un renflement.

Les nerfs des sensations spéciales, comme le nerf optique et le nerf acoustique, présentent des terminaisons particulières que nous avons décrites en étudiant les organes des sens.

Quant au mode de terminaison des nerfs du grand sympathique, il est trop mal connu encore pour pouvoir être convenablement décrit.

§ 3.

LES CENTRES NERVEUX.

Enveloppes du système nerveux. Les centres nerveux sont constitués, comme nous l'avons vu, par un axe vertical, la moelle épinière, surmontée d'une partie renflée, le cerveau.

La moelle épinière occupe le canal rachidien, c'est-à-dire la cavité qui se trouve au centre des vertèbres. Le cerveau remplit la cavité du crâne.

Ces surfaces osseuses constituent au système nerveux une première enveloppe extérieure qui le protége puissamment et que sa structure délicate rendait nécessaire.

Outre l'enveloppe précédente, les centres nerveux sont entourés par trois membranes protectrices nommées *méninges*, et par le liquide céphalo-rachidien, probablement secrété par la pie-mère. Ce dernier leur constitue une couche liquide, au sein de laquelle ils sont comme immergés. Bien que sa quantité ne dépasse pas 140 grammes, il joue un rôle protecteur très-efficace. Aussitôt qu'une grande quantité de sang arrive dans le cerveau, ce qui se produit, par exemple, pendant les contractions du cœur, surtout quand elles sont rapides et énergiques, le liquide céphalo-rachidien s'échappe vers la colonne vertébrale et laisse au cerveau la place nécessaire pour qu'il puisse se dilater. Si l'affluence de sang diminue, il y a tendance au vide dans le crâne, et le liquide remonte vers le cerveau. Il oscille ainsi perpétuellement du crâne au rachis et du rachis au crâne, pour maintenir une pression uniforme autour des masses nerveuses que ces cavités contiennent.

Les trois membranes qui enveloppent les centres nerveux sont, en procédant de l'extérieur à l'intérieur : 1° La *dure-mère*, membrane fibreuse très-résistante ; 2° l'*arachnoïde*, membrane séreuse ; 3° la *pie-mère*, membrane celluleuse sur laquelle se ramifient d'innombrables vaisseaux.

La *dure-mère* tapisse les os du crâne, au périoste duquel elle adhère. Dans le rachis, elle n'adhère pas aux vertèbres, dont elle est séparée par un réseau veineux et une couche graisseuse. Elle se prolonge jusqu'au coccyx. Sa surface interne est tapissée par l'arachnoïde.

La dure-mère contient dans son épaisseur des canaux nommés *sinus veineux*, dans lesquels se jettent les vaisseaux qui reçoivent le sang de l'encéphale.

De la surface interne de la dure-mère partent des prolongements qui servent à séparer les diverses parties de l'encéphale. L'un, vertical, la *faux du cerveau*, sépare les deux hémisphères cérébraux. L'autre, horizontal, en forme de croissant, *tente du cervelet*, sépare le cerveau du cervelet. Un troisième prolongement, nommé *faux du cervelet*, sépare verticalement le cervelet en deux parties.

L'*arachnoïde*, qui forme la seconde enveloppe du système nerveux, est une membrane séreuse, c'est-à-dire un sac sans ouverture, composé de deux feuillets intimement appliqués l'un sur l'autre. Elle est transparente et excessivement mince. L'un de ses feuillets adhère comme un vernis à la surface de la dure-mère ; mais elle n'accompagne pas cette dernière dans les diverses dépressions où elle s'engage. Elle passe comme un pont à leur surface. Le liquide céphalo-rachidien la sépare complétement de la pie-mère. L'arachnoïde forme une gaîne aux nerfs jusqu'au moment où ils traversent la dure-mère. Elle ne présente aucune trace de vaisseaux.

La *pie-mère* est une membrane cellulo-vasculaire qui recouvre immédiatement toute la surface du cerveau et de la moelle épinière ; contrairement à l'arachnoïde, elle se prolonge dans toutes les anfractuosités, trous, etc. du cerveau. Elle accompagne les nerfs dans toute la longueur de leur trajet et constitue leur névrilème. Ses vaisseaux sont extrêmement nombreux. On peut la considérer

comme un véritable lacis vasculaire réuni par du tissu cellulaire.

Dans la moelle épinière, la *pie-mère* devient fibreuse. C'est à elle que ce centre nerveux doit sa consistance.

Encéphale. L'encéphale est un organe ovoïde qui remplit l'intérieur du crâne. Il est constitué par l'ensemble des parties auxquelles on a donné les noms de *cerveau, cervelet, isthme de l'encéphale* et *bulbe rachidien.*

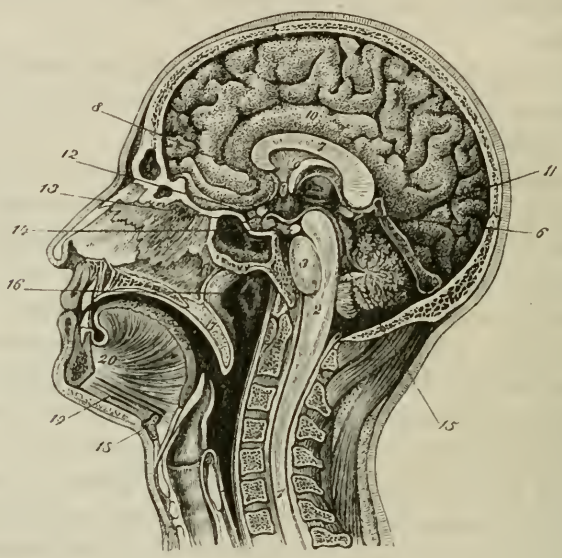


Fig. 260.
*Coupe verticale de la tête et du cou, destinée à montrer l'encéphale et la moelle épinière.**

Le poids de l'encéphale chez l'homme est en moyenne de 1300 grammes, mais il varie suivant les races et les individus. L'encéphale de Cuvier pesait 1831 gr. ; celui de Cromwell 2229 gr.; celui de lord Byron 2238 gr.; mais on n'est pas certain de ces deux

* 1) Moelle épinière. — 2) Bulbe rachidien. — 3) Protubérance annulaire. — 4) Arbre de vie. — 5) Tente du cervelet et sinus. — 6) Veine de Galien. — 7) Corps calleux. — 8) Commissure antérieure du cerveau. — 9) Trigone cérébral. — 10, 11) Cerveau. — 12) Nerf optique. — 13) Corps pituitaire. — 14) Tubercule mamillaire. 15) Quatrième ventricule. — 16) Orifice de la trompe d'Eustache. — 17) Voile du palais. — 18) Os hyoïde. — 19) Muscle géni-hyoïdien. — 20) Muscle génio-glosse.

derniers poids. Sappey a trouvé un individu chez lequel cet organe ne pesait que 1000 grammes.

En comparant la capacité des crânes des races germaniques, des nègres et des Australiens, un naturaliste américain, Morton, a constaté que si chez les derniers elle est représentée par 100, chez les seconds elle l'est par 112 et chez les premières par 125.

Le poids de l'encéphale varie aussi avec l'âge. Les recherches de Broca ont prouvé que c'est de 30 à 40 ans qu'il atteint son maximum pour décroître ensuite. Il est aussi plus lourd chez l'homme que chez la femme, plus lourd aussi chez les gens intelligents que chez les idiots. Nous savons, du reste, que plus un organe fonctionne, plus il se développe.

Dans un autre chapitre nous examinerons les rapports qui existent entre l'intelligence et le développement du cerveau. Dès à présent nous ferons remarquer que l'anatomie comparée démontre que plus le poids du cerveau est considérable relativement au poids de l'animal, plus ce dernier est élevé dans la série des êtres : d'après Leuret, chez les poissons, le poids de l'encéphale est 1/5668 du poids du corps; chez les reptiles 1/1321; chez les oiseaux 1/212; chez les mammifères 1/186. L'homme est de tous les animaux celui chez lequel le poids du cerveau relativement au poids du corps est le plus élevé. L'éléphant, la baleine et le dauphin sont, du reste, les seuls animaux ayant un cerveau plus lourd que celui de l'homme; mais relativement au poids du corps leur masse cérébrale est très-inférieure à celle de ce dernier. Chez l'éléphant, le cerveau ne représente que 1/500 du poids du corps, alors qu'il représente 1/47 de ce poids chez l'homme. Chez le bœuf et le cheval, malgré le poids élevé de leur corps, le cerveau ne pèse que 5 à 600 grammes.

La face supérieure de l'encéphale présente des replis nombreux, nommés *circonvolutions*, qui multiplient sa surface. Nous verrons aussi que le nombre de ces circonvolutions, nulles chez les poissons, les reptiles et les oiseaux, est proportionnel à l'intelligence de l'espèce animale ou de l'individu. C'est dans leurs interstices que circule le liquide céphalo-rachidien.

Quand on divise l'encéphale en tranches verticales, on voit qu'il est constitué par une matière blanche recouverte par une substance

grise. La première est composée de fibres nerveuses réunies par une substance granuleuse analogue à celle qui réunit les cellules de la substance grise. La seconde, qui n'a qu'une épaisseur de quelques millimètres, très-variable du reste avec les individus, est constituée, comme nous le savons déjà, par des cellules nerveuses disposées régulièrement le long de la continuité des fibres blanches. Ces cellules sont réunies par une matière finement granuleuse, considérée comme des éléments nerveux par les uns, comme une variété de tissu conjonctif par les autres.

Le nombre des cellules cérébrales est considérable. Luys en a compté jusqu'à 70 dans un millimètre carré*.

* Nous allons examiner rapidement les parties qu'on rencontre dans l'encéphale, en nous bornant à l'indication de celles dont la connaissance est nécessaire pour faire bien comprendre la physiologie de cet organe. Cette indication sera complétée par l'étude que nous ferons à la fin de ce chapitre des relations qui existent entre les diverses parties du système nerveux.

Cerveau. — Le cerveau constitue la partie la plus volumineuse de l'encéphale. Sa forme est ovoïde; il est composé de deux parties nommées *hémisphères* et réunies par des organes *médians*. Sa face supérieure présente, outre les circonvolutions dont nous avons parlé, une scissure médiane qui reçoit la faux du cerveau. Elle sépare en deux les deux hémisphères d'avant en arrière, et se termine au corps calleux.

La face inférieure ou base du cerveau présente sur la *ligne médiane* des dépressions ou des saillies représentées en partie dans la fig. 262 et qui sont d'avant en arrière: 1° l'extrémité antérieure de la grande scissure médiane; 2° l'extrémité antérieure du corps calleux; 3° la racine grise des nerfs optiques; 4° le chiasma des nerfs optiques; 5° le tuber cinereum et la glande pituitaire; 6° les tubercules mamillaires; 7° l'espace interpédonculaire; 8° le bourrelet des corps calleux; 9° la grande fente cérébrale de Bichat.

Sur les parties latérales de la face inférieure du cerveau on voit les lobes antérieurs et postérieurs, séparés par une fente nommée *scissure de Sylvius*. Sur cette même face inférieure on trouve aussi l'origine de plusieurs nerfs, mais cette origine n'est qu'apparente; l'origine réelle de tous les nerfs se fait dans la substance grise de la moelle épinière ou dans ses prolongements.

Le cerveau présente dans son intérieur 3 cavités importantes : l'une, placée sur la ligne médiane, *ventricule moyen* ou troisième ventricule; les deux autres, *ventricules latéraux*, placés sur les parties latérales de cette ligne, au-dessus du niveau du précédent. Les derniers, très-volumineux, envoient encore des prolongements en avant et en arrière et à leur partie supérieure. Une cloison horizontale (*trigone cérébral*, ou *voûte à 3 piliers*) sépare le 3e ventricule des deux autres. Une cloison verticale (*septum lucidum* ou *cloison transparente*) sépare les ventricules latéraux. Dans l'épaisseur de cette cloison se trouve encore une petite cavité qu'on a nommée *5e ventricule*.

A l'extrémité postérieure des 3 ventricules existe une petite saillie nommée *glande*

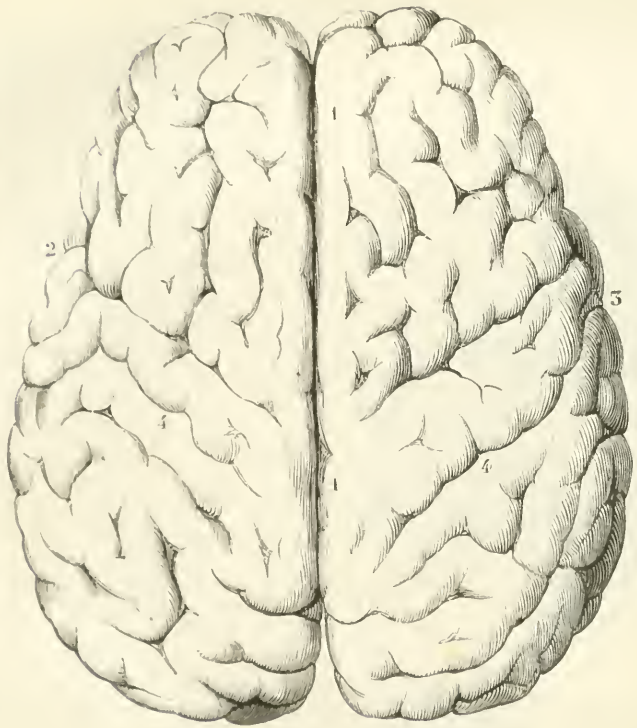


Fig. 261. — *Face supérieure du cerveau.**

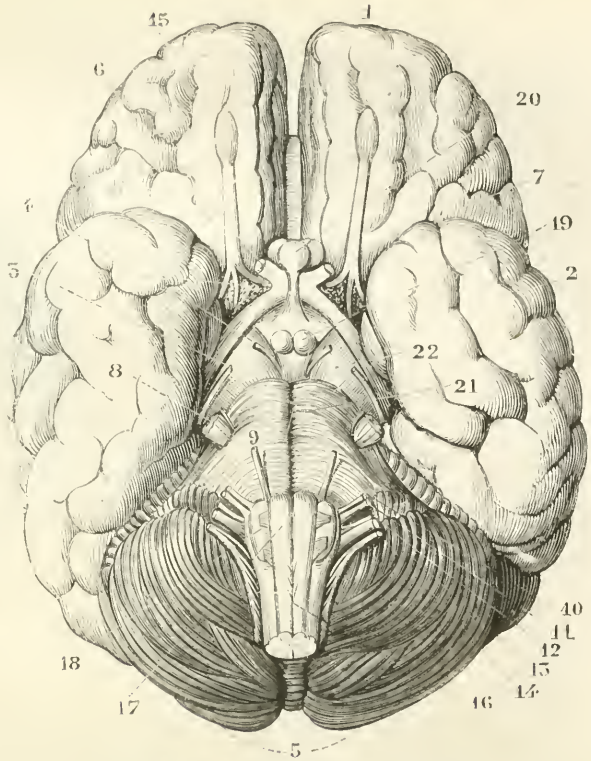


Fig. 262. — *Face inférieure de l'encéphale.***

* 1, 1) Scissure inter-hémisphérique. — 2, 3) Extrémité externe de la scissure de Sylvius. — 4, 4) Circonvolutions pariétales.

** 1) Lobe antérieur. — 2) Lobe postérieur. — 3) Nerf pathétique. — 4) Moteur oculaire commun. — 5) Scissure inter-hémisphérique du cervelet. — 6) Nerf optique. — 7) Scissure de Sylvius. — 8) Nerf trijumeau. — 9) Nerf moteur oculaire externe. — 10) Nerf facial. — 11) Nerf auditif. — 12) Nerf glosso-pharyngien. — 13) Nerf pneumo-gastrique. — 14) Nerf spinal. — 15) Nerf olfactif. — 16) Sillon médian antérieur du bulbe rachidien. — 17) Pyramide antérieure. — 18) Nerf grand hypoglosse. — 19) Tubercules mamillaires. — 20) Corps pituitaire et tige pituitaire. — 21) Protubérance annulaire ou pont de Varole. — 22) Pédoncule cérébral

pinéale, dans laquelle, sans qu'on puisse trop imaginer pourquoi, Descartes avait placé le siége de l'âme.

Les ventricules du cerveau sont recouverts par une sorte de voûte de substance blanche nommée *corps calleux*, constituée par les fibres qui servent à réunir les deux hémisphères cérébraux. De chaque côté de la cloison verticale dite *septum lucidum*, qui sépare les ventricules latéraux, se trouve un noyau de substance nerveuse nommé *corps strié*, formé de cellules nerveuses, et en arrière du corps strié, de chaque côté du ventricule moyen, une masse grosse comme un œuf de pigeon, nommée *couche optique*, qui est, comme nous le verrons, un centre nerveux dans lequel se jettent

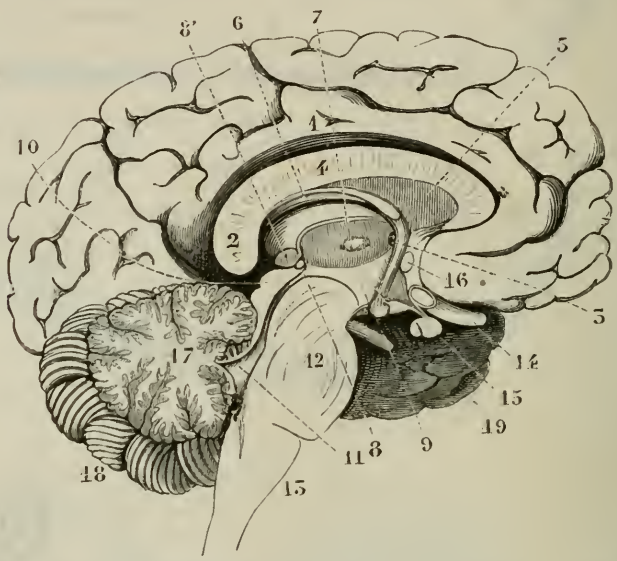


Fig. 263. — *Coupe médiane et verticale du cerveau et du cervelet, montrant la face interne de l'hémisphère gauche.**

les fibres nerveuses venues des circonvolutions cérébrales, ainsi que celles émanées de la moelle épinière. C'est probablement dans les cellules qui la composent que les sensations sont élaborées avant d'être transmises à la substance grise des circonvolutions. Elle contient, d'après Luys, 4 noyaux de substance grise, qu'il désigne sous les noms de *centres olfactif*, *optique*, *acoustique* et *sensitif*.

Cervelet. — Le cervelet est la portion de l'encéphale située à la partie postérieure et inférieure du crâne. Il est placé sous le cerveau, avec lequel il se continue

*1) Cerveau. — 2) Bourrelet du corps calleux. — 3) Trou de Monro. — 4) Corps calleux. — 5) Septum lucidum. — 6) Trigone cérébral. — 7) Commissure grise. — 8) Commissure blanche postérieure. — 8') Glande pinéale. — 9) Substance grise du troisième ventricule. — 10) Tubercules quadrijumeaux. — 11) Quatrième ventricule. — 12) Coupe de la protubérance. — 13) Coupe du bulbe. — 14) Nerf optique. — 15) Corps pituitaire. — 16) Commissure blanche antérieure. — 17) Arbre de vie du lobe médian du cervelet. — 18) Surface du cervelet. — 19) Extrémité antérieure du lobe postérieur du cerveau.

par les pédoncules cérébelleux supérieurs; au-dessus du bulbe rachidien, avec lequel il se continue par les pédoncules cérébelleux inférieurs, et en arrière de la protubérance annulaire à laquelle il est uni par les pédoncules cérébelleux moyens. Sa face supérieure est séparée du cerveau par la faux du cervelet; sa face inférieure présente une scissure profonde sur la ligne médiane. Il est parsemé de nombreux sillons et composé, comme le cerveau, de substance blanche recouverte de substance grise. En se prolongeant dans sa substance grise, sa substance blanche forme des ramifications foliacées, à l'ensemble desquelles on a donné le nom d'*arbre de vie*, et qu'on aperçoit sur une coupe antéro-postérieure de cette partie de l'encéphale.

Au centre de chaque moitié du cervelet se trouve un amas de substance grise (corps rhomboïdal) qui paraît être aux fibres cérébelleuses ce que sont les couches optiques vis-à-vis des fibres cérébrales. C'est de ce centre que partent les pédoncules qui relient le cervelet au cerveau et à la moelle. Ils vont se perdre en passant à l'état de fibrilles grises dans la substance grise de l'axe cérébro-spinal qui occupe le côté opposé à celui d'où ils dérivent.

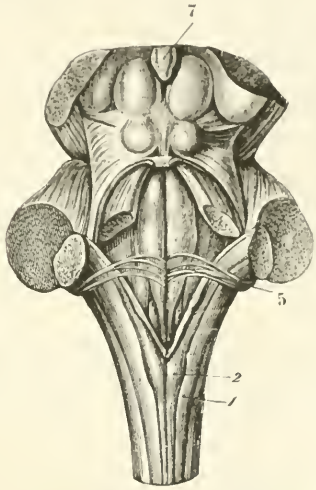


Fig. 264. — *Isthme de l'encéphale.**

Parties reliant entre eux le cerveau, le cervelet et la moelle épinière. — La portion intermédiaire au cerveau, au bulbe rachidien et à la moelle, et qui comprend les parties désignées sous les noms de *protubérance annulaire*, *pédoncules cérébraux*, *tubercules quadrijumeaux* et *pédoncules cérébelleux*, est quelquefois désignée sous le nom *d'isthme de l'encéphale* ou encore de *moelle allongée*. Mais cette dénomination, qui a l'inconvénient de réunir sous un nom commun des organes d'origine et de fonctions essentiellement différentes, n'a aucun sens physiologique.

Le cervelet est relié, comme nous l'avons dit précédemment, au cerveau et à la moelle épinière par 3 paires de pédoncules : les supérieurs, qui vont au corps strié;

* 1) Cordon postérieur de la moelle. — 2) Pyramide postérieure du bulbe rachidien. — 3) Coupe du pédoncule cérébelleux inférieur. — 4) Pédoncule cérébelleux supérieur. — 5) Origine du nerf acoustique. — 6) Pédoncule cérébelleux moyen. — 7) Glande pinéale.

les moyens, qui vont dans la protubérance annulaire qu'ils contribuent à former; les inférieurs, qui descendent vers le bulbe rachidien auquel ils s'unissent. Entre les pédoncules supérieurs et la glande pinéale se trouvent de petits tubercules, tubercules *quadrijumeaux*, qui constituent l'origine des nerfs optiques et représentent les équivalents de la substance gélatineuse de la moelle épinière.

Le *bulbe rachidien* est l'extrémité supérieure renflée de la moelle qui se trouve sous le bord inférieur de la protubérance. Il repose sur la gouttière basilaire de l'occipital et va de la protubérance annulaire à l'entrecroisement des faisceaux antérieurs de la moelle ; sa longueur est de 3 centimètres. Sa face antérieure présente de chaque côté de la ligne médiane un renflement dit *pyramide antérieure*, en dehors duquel se trouve une autre saillie nommée *olive*. Sur sa face postérieure on voit de chaque côté de la ligne médiane les *pyramides postérieures* et un sillon médian, le *calamus scriptorius*. Sur ses parties latérales existent des saillies, *pyramides latérales* ou *corps restiformes*. A leurs parties inférieures, les pyramides du bulbe s'entrecroisent avec celles du côté opposé à l'exception des faisceaux les plus externes. Cet entrecroisement ou *décussation* se fait par le passage de plusieurs faisceaux de fibres d'un côté à la pyramide du côté opposé.

La *protubérance annulaire* ou *pont de Varole* est un anneau demi-circulaire de fibres nerveuses placé au-dessus du bulbe sous les pédoncules cérébraux en avant du cervelet. Elle est formée de fibres blanches superficielles qui semblent l'épanouissement des pédoncules cérébelleux moyens. Entre les différentes couches de fibres stratifiées qui la composent sont éparpillées un grand nombre de cellules.

Du bord antérieur de la protubérance à la couche optique vont des faisceaux de fibres blanches formant deux cordons nommés *pédoncules cérébraux*.

Entre la protubérance annulaire et le cervelet on trouve une cavité losangique dite *4e ventricule*, dont la paroi inférieure ou le plancher est formé par le bulbe et la protubérance. C'est en irritant cette région que Claude Bernard est parvenu à produire artificiellement le diabète.

Moelle épinière. La moelle épinière est un axe cylindrique contenu dans le canal rachidien. Ses limites apparentes vont du

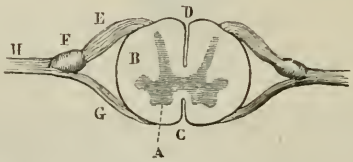


Fig. 265. — *Coupe de la moelle épinière.**

bulbe rachidien au-dessous de l'entrecroisement des pyramides à la première vertèbre lombaire; mais, en réalité, à sa partie supérieure elle se prolonge jusque dans les parties les plus centrales du

* A) Substance grise de la moelle. — B) Substance blanche. — C) Sillon médian antérieur. — D) Sillon médian postérieur. — E) Racine postérieure des nerfs rachidiens. — F) Ganglion placé sur son trajet — G) Racine antérieure. — H) Tronc du nerf rachidien.

cerveau. Débarrassée de ses enveloppes, elle pèse de 25 à 30 grammes; son diamètre moyen est de 11 millimètres.

Nous avons décrit les enveloppes de la moelle en parlant de celles qui entourent le cerveau. Comme ces dernières, elles sont au nombre de 3 et ont la même structure ; mais pour la pie-mère l'élément celluleux est bien plus dominant que dans le cerveau, ce qui fait qu'elle possède une très-grande résistance. De sa surface externe naissent des prolongements dits *ligaments dentelés*, situés entre les racines des nerfs rachidiens, et qui maintiennent la moelle immobile. De sa surface interne naissent des prolongements très-nombreux qui se continuent dans l'intérieur de la moelle.

La partie centrale de la moelle est formée par une masse de substance grise composée de cellules, sa face antérieure et sa face postérieure présentent deux cordons constitués par une agglomération de fibres nerveuses et séparés par un sillon médian. Ses faces latérales présentent chacune un cordon analogue d'où naissent les racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens. Elle est, comme on le voit, formée de deux moitiés symétriques, composées chacune de 3 cordons, antérieur, postérieur et latéral, séparés par des sillons.

La moelle épinière ne remplit pas tout le canal rachidien, dont elle est, comme nous l'avons dit, séparée par le liquide rachidien *.

Structure de la moelle épinière. — En pratiquant des coupes transversales de la moelle, on reconnaît qu'elle est formée de substance grise à son centre et de substance blanche à sa partie périphérique. Cette dernière est, de même que celle du cerveau, composée de fibres, et la matière grise de cellules réunies, comme dans l'encéphale, par une matière granuleuse. Au microscope on reconnaît que les cellules nerveuses sont placées dans une sorte de réticulum de tissu conjonctif, qu'on a comparé aux mailles d'une éponge. MM. Robin et Vulpian croient que ses divisions sont constituées par des prolongements des cellules, et que la substance granuleuse est elle-même une matière nerveuse diffuse.

Sur des coupes horizontales de la moelle on voit qu'elle est formée de deux demi-cylindres séparés par des sillons et réunis par des lignes placées au fond de ces sillons. A son centre se trouve un orifice, canal central de la moelle, de 2 à 3 centièmes de millimètre de diamètre.

La substance grise qui existe dans chacune des moitiés de la moelle a la forme d'un croissant à concavité externe. L'extrémité antérieure de ce croissant a reçu le nom de *corne antérieure;* son extrémité postérieure, celui de *corne postérieure.* Au sommet de cette dernière existe une matière d'un gris jaunâtre, nommée *substance gélatineuse de Rolando* qui semble principalement composée d'éléments nerveux.

Les cornes antérieures de la moelle reçoivent les racines motrices des nerfs rachidiens. Ses cornes postérieures reçoivent les racines sensitives et sympathiques de ces mêmes nerfs.

La substance grise constituée par la réunion des cellules forme autour du canal central que contient la moelle deux sortes de traînées verticales qui s'étendent jusqu'à la couche optique. Elles tapissent extérieurement les parois du ventricule moyen du cerveau ou 3e ventricule, formé par la dilatation de la partie supérieure du canal central de la moelle. Ce dernier constitue l'axe qui supporte tout l'ensemble des fibrilles nerveuses auquel la substance grise dont elle est doublée extérieurement sert de réservoir commun.

La pie-mère envoie dans l'épaisseur de la moelle une foule de prolongements qui la divisent en petits prismes triangulaires très-nombreux.

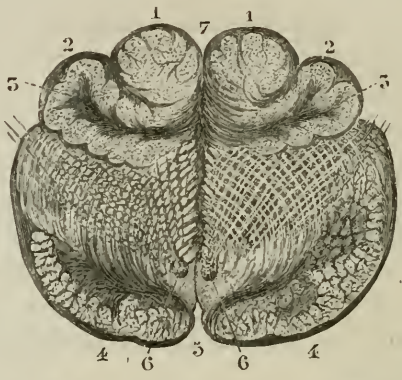


Fig. 266. — *Coupe de la moelle au niveau du bulbe rachidien.**

(D'après une photographie du Dr Luys.)

Les cordons de la moelle étaient considérés autrefois comme constitués par la réunion des racines des nerfs rachidiens. Mais nous savons aujourd'hui que ces cordons sont composés de fibres nerveuses prenant leur origine dans les cellules des cornes de la moelle et se terminant dans les cellules des parties centrales de l'encéphale (bulbe, protubérance, corps strié et couches optiques). Toutes paraissent s'entrecroiser sur la ligne médiane. C'est leur entrecroisement qui produit la commissure qui réunit les deux parties de la moelle.

D'après Luys, les cordons latéraux de la moelle seraient constitués en grande partie par un faisceau externe des racines postérieures des nerfs, et ces cordons se rendraient aux cellules des couches optiques sans entrer en connexion avec celles de la moelle.

Les fibres nerveuses qui constituent les cordons de la moelle naissent, à toutes les hauteurs de cette dernière, des cellules de sa substance grise. Réduites à leur filament central tant qu'elles restent dans la substance grise, elles se revêtent de myéline, et d'une paroi propre lorsqu'elles sont dans la substance blanche.

* 1, 1) Pyramides antérieures. — 2, 2) Olives. — 3, 3) Tubes afférents des olives. — 4, 4) Corps restiformes. — 5) Sillon médian postérieur au niveau du bec du calamus scriptorius. — 6, 6) Partie la plus inférieure du noyau de cellules qui donne naissance au grand hypoglosse. — 7) Sillon médian antérieur.

Les fibres des cordons postérieurs se termineraient, d'après Luys, dans les cellules du plancher du 4e ventricule. Celles des cordons antérieurs aboutiraient au corps strié par l'intermédiaire des pédoncules cérébraux qui sont leur continuation. Celles

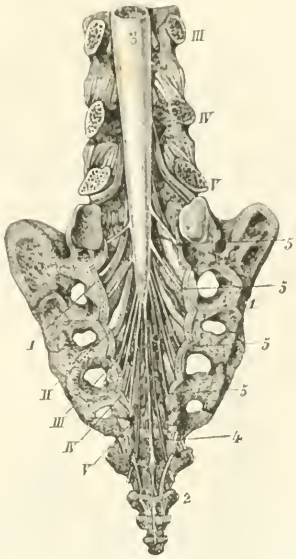


Fig. 267. — *Portion inférieure de la moelle épinière.* *

des cordons latéraux, formés, comme nous l'avons dit, par un faisceau des racines postérieures des nerfs rachidiens qui n'entreraient pas en connexion avec les cellules de la moelle, iraient directement, comme nous l'avons dit plus haut, dans les cellules de la couche optique.

Circulation dans les centres nerveux. Les artères destinées à l'encéphale proviennent des artères carotide interne et vertébrale. Celles destinées à la moelle viennent des artères intercostales.

Ces artères fournissent au cerveau 3 *artères cérébrales*; au cervelet 3 artères *cérébelleuses;* à la moelle 3 artères *spinales.*

La *carotide interne* pénètre dans le crâne par le canal carotidien et au dedans des apophyses clinoïdes se divise en *artères cérébrale antérieure* et *cérébrale moyenne*, qui se ramifient à la partie antérieure du cerveau.

* I à V) Nerfs sacrés. — III, IV, V) Vertèbres lombaires. — 1) Sacrum. — 2) Coccyx. — 3) Dure-mère qui enveloppe la moelle. — 4) Filet terminal de la moelle. — 5, 5) Prolongement de la dure-mère.

La *vertébrale*, branche de la sous-clavière, traverse le trou des apophyses transverses des vertèbres cervicales, pénètre dans le crâne par le trou occipital, s'anastomose avec celle du côté op-

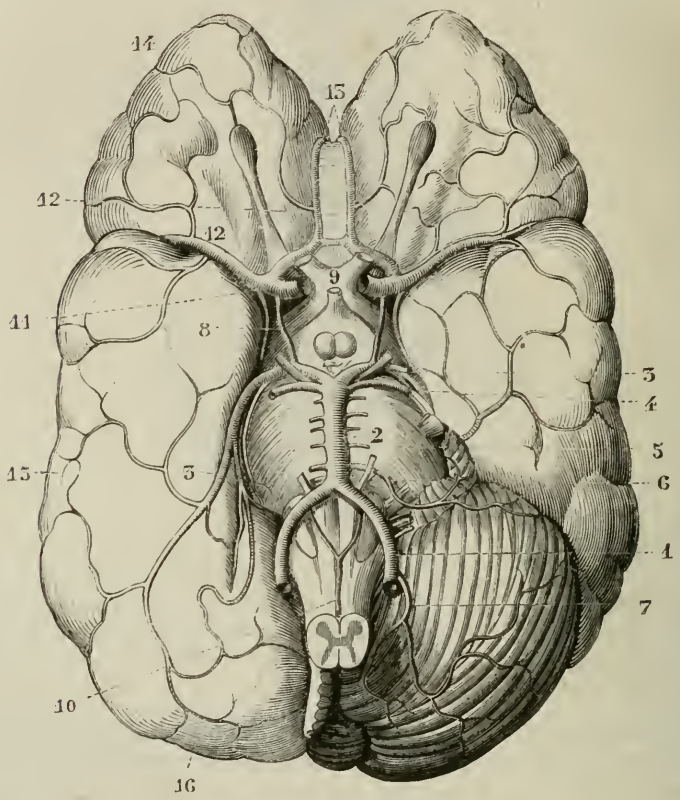


Fig. 268. — *Artères du cerveau.**

posé et forme le tronc basilaire, qui se porte vers la ligne médiane jusqu'au bord antérieur de la protubérance annulaire et qui donne naissance, par sa division, aux deux artères *cérébrales postérieures*

* 1) Artère vertébrale. — 2) Tronc basilaire. — 3) Artère cérébrale postérieure. — 4) Artère cérébelleuse supérieure. — 5) Protubérance annulaire. — 6) Artère cérébelleuse inférieure et antérieure. — 7) Artère cérébelleuse inférieure et postérieure. — 8) Artère communicante postérieure. — 9) Chiasma des nerfs optiques. — 10) Artère spinale antérieure. — 11) Artère cérébrale moyenne pénétrant dans la scissure de Sylvius. — 12) Lobe antérieur du cerveau. — 13) Artères cérébrales antérieures réunies par la communicante antérieure située en avant de 9. — 16) Lobe postérieur du cerveau.

destinées à la partie postérieure du cerveau et au cervelet. Ces dernières s'anastomosent avec les artères venues de la carotide et forment ainsi un réseau hexagonal qu'on a nommé l'*hexagone de Willis*.

Les troncs des artères cérébrales sont placés à la base du cerveau. Toutes les fois qu'ils se remplissent, les vaisseaux de la pie-mère se gonflent; quand ils se vident, ces derniers diminuent aussitôt de volume et l'encéphale semble ainsi s'élever et s'abaisser tour à tour. Mais ces mouvements se passent uniquement dans son enveloppe vasculaire; ils augmentent dans l'expiration et diminuent dans l'inspiration.

Les mouvements du cerveau sont isochrones aux pulsations artérielles. J'ai eu occasion de les observer plusieurs fois chez des blessés auxquels des balles ou des obus avaient enlevé une portion de la boîte crânienne. Mais on ne saurait les attribuer au gonflement du tissu nerveux lui-même, car ce tissu ne reçoit que des capillaires dans lesquels les battements ne se font plus sensiblement sentir comme dans les grosses artères. Du reste le tissu de l'encéphale ne doit éprouver aucun mouvement de retrait ou d'ampliation, puisque le liquide céphalo-rachidien a précisément pour fonction de le soustraire aux variations de pression qu'il pourrait avoir à subir.

Les *artères spinales*, au nombre de trois, une antérieure, deux postérieures, naissent des vertébrales, et se portent sur les faces antérieure et postérieure de la moelle jusqu'à sa partie inférieure. Elles sont renforcées sur leur trajet par des artères venues : au cou, du tronc de la vertébrale, au dos, des intercostales aortiques, et qui pénètrent dans le canal rachidien par les trous de conjugaison.

Dans le cerveau, les capillaires naissent directement des artères principales au lieu d'être, comme dans les autres organes, le résultat de leur subdivision. Ils sont munis d'une couche très-épaisse de fibres musculaires. Ces capillaires sont bien moins considérables dans la substance blanche que dans la substance grise où ils arrivent à former des mailles extrêmement fines, n'embrassant chacune que deux ou trois cellules nerveuses, ce qui fait que celles-ci trouvent immédiatement à leur portée les matériaux de leur réparation.

Les capillaires de la substance nerveuse deviennent souvent chez le vieillard le siége de dégénérescences graisseuses qui diminuent la résistance de leurs parois, ce qui nous explique non-seulement la fréquence de l'apoplexie dans les dernières périodes de l'existence, mais encore la diminution de l'intelligence et les affections cérébrales qu'on observe alors si fréquemment.

Les veines du cerveau se jettent, comme nous l'avons vu, dans des canaux nommés *sinus veineux*, creusés au sein de la dure-mère. Ce sont des canaux incomplets communiquant ensemble et qui charrient le sang de l'encéphale vers la veine jugulaire interne.

Ils reçoivent aussi, par de petites veines qui traversent le crâne, le sang de certaines veines extérieures des parois crâniennes. Il en résulte qu'il y a communication entre le sang de l'extérieur et celui de l'intérieur du crâne ; de là l'utilité d'appliquer des sangsues aux apophyses mastoïdes dans les cas de congestion cérébrale.

§ 4.

LES NERFS.

De tous les points du corps se dirigent vers l'axe spinal des fils conducteurs, auxquels on a donné le nom de *nerfs*, et dont nous avons précédemment décrit la structure. Ils sont groupés symétriquement de chaque côté de l'axe vertical constitué par la moelle épinière.

Nous avons dit déjà, et dans le prochain chapitre nous reviendrons en détail sur les expériences qui le démontrent, que parmi les nerfs, les uns, *nerfs moteurs*, sont conducteurs des excitations qui produisent les mouvements, et les autres, *nerfs sensitifs*, conduisent aux centres nerveux les impressions reçues dans les différentes parties du corps. Identiques dans leur structure, ces deux sortes de nerfs ne diffèrent que dans leurs fonctions. Quand on coupe les nerfs sensitifs qui se distribuent à un membre, la sensibilité disparaît dans ce membre. Si on coupe ses nerfs moteurs, c'est le pouvoir d'exécuter des mouvements qui est anéanti.

Tous les nerfs sortent de chaque côté de la substance grise de

la moelle épinière par deux séries de filaments disposés en éventail sur les parties antérieure et postérieure de cet axe. La réunion de plusieurs de ces filaments constitue les racines des nerfs. Les unes, *racines antérieures* ou *motrices*, sont l'origine des nerfs moteurs; les autres, racines *postérieures* ou *sensitives*, correspondent aux nerfs sensitifs. Elles se réunissent bientôt sous une même enveloppe et forment les troncs nerveux. Les filets sensitifs et moteurs qui entrent dans la constitution des rameaux nerveux émanés de ces troncs ne se séparent plus qu'en arrivant aux organes.

Avant de se réunir à une racine motrice pour former un tronc nerveux, chaque racine sensitive traverse un ganglion situé dans le trou de conjugaison des vertèbres, et dont le volume est celui d'un grain de blé.

Ces ganglions sont tous constitués, comme du reste tous les ganglions nerveux, par une enveloppe fibreuse renfermant des cellules, dont quelques-unes ont jusqu'à un dixième de millimètre de diamètre, c'est-à-dire des cellules très-grosses relativement aux autres cellules nerveuses. L'enveloppe de matière fibreuse du ganglion se continue avec le névrilème du nerf et envoie des prolongements entre les cellules.

Chaque cellule des ganglions est traversée par un tube nerveux, qui se réduit à son filament central avant d'y pénétrer. Ces cellules ne font donc, en réalité, qu'interrompre la continuation des tubes nerveux. Souvent les cellules des ganglions — surtout dans le grand sympathique — au lieu de ne recevoir qu'un seul tube, en reçoivent plusieurs et, par suite, possèdent plusieurs prolongements.

Un grand nombre de nerfs, surtout ceux émanés du canal rachidien, forment, en s'anastomosant entre eux, des sortes de lacis très-compliqués, nommés *plexus*. Dans ces anastomoses, il y a uniquement adossement des tubes nerveux, comme nous l'avons dit, et nullement abouchement ou continuité de ces mêmes fibres à la manière des vaisseaux, ainsi qu'on le pensait autrefois. Dans les cavités de la poitrine et de l'abdomen, les plexus entourent les artères, qui leur servent, du reste, uniquement de supports.

Les nerfs sensitifs sont beaucoup plus gros que les nerfs moteurs. Le nerf acoustique, qui va se distribuer à une membrane extrêmement ténue, est plus volumineux que le nerf facial, qui anime tous les muscles superficiels de la face et du cou. Cette différence tient à ce que le nombre de tubes nerveux contenu dans les nerfs sensitifs est beaucoup plus considérable que celui renfermé dans les nerfs moteurs.

Les nerfs sont rectilignes dans leur direction et ne présentent pas les inflexions et les flexuosités qu'on observe sur le trajet des artères. Tandis que les vaisseaux arrivent à leur destination par le chemin le plus long, les nerfs y parviennent par le chemin le plus court.

Les nerfs nés dans le crâne sortent de cette cavité par les orifices dont sa base est parsemée. Ceux nés dans la région de la moelle épinière sortent de la cavité rachidienne par les trous de conjugaison des vertèbres.

Suivant que les nerfs sortent du crâne ou de la colonne rachidienne, on les a divisés en *nerfs crâniens* et *nerfs rachidiens*, mais cette distinction est sans importance. Ils ont leur origine commune dans les cellules nerveuses qui constituent la substance grise de la moelle épinière, substance qui se prolonge jusqu'au centre du cerveau.

Indépendamment des nerfs crâniens et rachidiens, qui émanent directement de la moelle épinière, comme nous venons de le dire, il existe une troisième espèce de nerfs, provenant de deux cordons nerveux nommés *nerfs grands sympathiques*, placés le long de la moelle épinière et de chaque côté de cet axe, dont ils ne sont, du reste, qu'une dépendance. Ces deux cordons naissent sur toute l'étendue de l'axe cérébro-spinal par une série de racines sensitives et motrices envoyées par chaque nerf rachidien. De la réunion sucessive de toutes ces racines résulte un long cordon, renflé de distance en distance, placé de chaque côté de la moelle épinière de la base du crâne au coccyx. Les branches qui partent de ce double cordon se distribuent principalement aux viscères du cou, de la poitrine et de l'abdomen, c'est-à-dire aux organes soustraits à l'empire de la volonté.

TABLEAU DE LA DISTRIBUTION ET DES FONCTIONS DES NERFS.

Nous allons indiquer sommairement la distribution des nerfs, et en même temps, pour ne pas avoir à y revenir dans un prochain chapitre, le rôle afférent à chacun d'eux. L'étude de leur distribution anatomique nous semble trop liée à celle de leurs fonctions physiologiques pour qu'on puisse séparer la seconde de la première. Nous

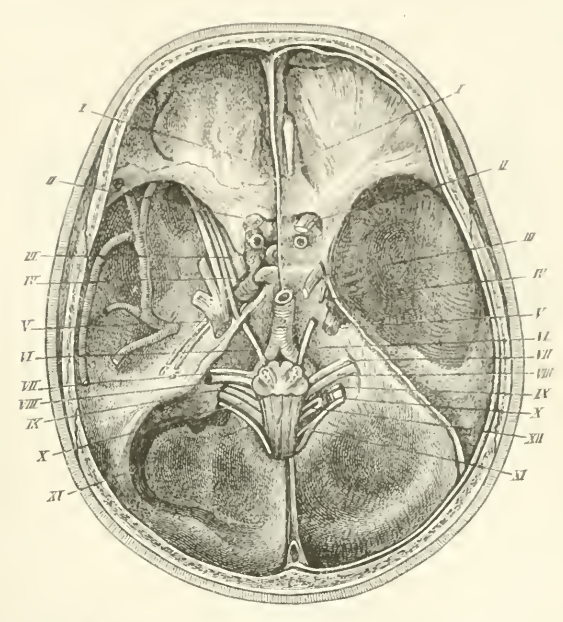


Fig. 269. — *Face inférieure de la base du crâne avec les douze nerfs qui la traversent.**

aurons soin du reste de ne donner de détails anatomiques que ce qu'il en faut pour comprendre les fonctions de ces importants organes. Nous décrirons successivement les nerfs crâniens, les nerfs rachidiens et les rameaux nerveux du grand sympathique.

I. NERFS CRANIENS.

On compte douze paires de nerfs crâniens. Leur origine se fait, comme nous l'avons dit, dans la substance grise de la moelle, y compris le nerf olfactif et le nerf optique

* I) Nerf olfactif. — II) Nerf optique. — III) Nerf moteur oculaire commun. — IV) Nerf pathétique. — V) Nerf trijumeau. — VI) Nerf moteur oculaire externe. — VII) Nerf facial. — VIII) Nerf acoustique — IX) Nerf glosso-pharyngien. — X) Nerf pneumo-gastrique. — XI) Nerf spinal. — XII) Nerf hypoglosse. — 1) Moelle épinière. — 2) Tronc basilaire. — 3) Carotide interne. — 4) Artère méningée moyenne. — 5) Grand nerf pétreux superficiel. — 6) Petit nerf pétreux superficiel.

que l'on croyait autrefois nés du cerveau lui-même, mais qui naissent en réalité des prolongements de la substance grise dont nous venons de parler.

L'origine apparente des nerfs crâniens se fait en différents points de la base du cerveau. Tous ceux qui sont sensitifs présentent un ganglion sur leur trajet. Leur distribution est la suivante :

Première paire ou nerf olfactif. — Nerf de sensibilité spéciale se distribuant après sa sortie du crâne par la lame criblée de l'ethmoïde à la partie supérieure de la muqueuse des fosses nasales. Il donne à cette membrane sa sensibilité pour les odeurs. Quand on le détruit sur un animal, ce dernier devient incapable de sentir.

Le nerf olfactif ne donne à la muqueuse du nez que sa sensibilité pour les odeurs; il est complétement étranger à sa sensibilité tactile. Cette dernière, que la muqueuse nasale possède comme toutes les muqueuses, lui est donnée par les nerfs de la cinquième paire. Lorsqu'on les détruit chez un animal, il perd sa sensibilité tactile tout en conservant sa sensibilité olfactive.

Deuxième paire ou nerf optique. — Ce nerf de sensibilité spéciale sort du crâne par le trou optique, traverse la sclérotique et la choroïde, et forme par son épanouissement au fond de l'œil la rétine.

Nous avons décrit la structure et les fonctions de cette membrane, en étudiant les organes des sens. Nous y avons vu que le nerf optique est le nerf de la vision et qu'il est sensible à un seul excitant, la lumière. Quand on l'irrite, on produit des sensations lumineuses, même quand le sujet est plongé dans l'obscurité, mais jamais la moindre douleur. Magendie, en faisant une opération de la cataracte sur une femme, a plusieurs fois piqué la rétine sans déterminer aucune sensation douloureuse.

Les mouvements de l'iris sont liés en partie à l'intégrité du nerf optique. Les affections qui altèrent ce nerf, ou son expansion, la rétine, ont pour conséquence la dilatation permanente de la pupille, ce qui tient à ce que l'impression produite par la lumière n'étant plus transmise au cerveau, cet organe cesse de réagir sur l'iris, qui ne peut plus alors se contracter, bien qu'ayant conservé toute sa contractilité.

Troisième paire ou nerf moteur oculaire commun. — Nerf moteur se distribuant après sa sortie du crâne par la fente sphénoïdale au releveur de la paupière supérieure et à tous les muscles moteurs de l'œil, le droit externe et le grand oblique exceptés. Sa division chez un animal a pour conséquence, en effet, la chute de la paupière supérieure par suite de la paralysie de son muscle releveur et la déviation de l'œil en dehors. Cette déviation résulte de ce que le droit externe étant alors seul à agir sur l'œil, l'attire nécessairement de son côté

Quatrième paire ou nerf pathétique. — Nerf moteur se distribuant après sa sortie du crâne par la fente sphénoïdale au muscle grand oblique de l'œil, qui sert, comme nous l'avons vu, à produire les mouvements de rotation du globe oculaire en dedans et en haut. Sa paralysie, par suite de la section de ce nerf, a pour conséquence l'impossibilité des mouvements de rotation du globe de l'œil autour de son diamètre antéro-postérieur quand le sujet incline la tête.

Cinquième paire ou nerf trijumeau. — Nerf mixte, c'est-à-dire à la fois moteur et sensitif. Il naît des centres nerveux par 2 racines, l'une sensitive et l'autre motrice. Arrivé sur le sommet du rocher, sa racine sensitive présente un ganglion, *Ganglion de Gasser*, au-dessous duquel passe sa racine motrice sans se confondre avec lui. De ce ganglion naissent 3 branches : *le nerf ophthalmique*, *le nerf maxillaire supérieur* et *le nerf maxillaire inférieur* que nous décrirons plus loin.

Le nerf trijumeau donne la sensibilité à la peau, aux muscles superficiels de la face et aux muqueuses des cavités de la face. Il préside aussi à leur nutrition et donne en outre le mouvement aux muscles moteurs de la mâchoire.

La section de la portion ganglionnaire du trijumeau a pour conséquence l'insensibilité de toutes les parties auxquelles il se distribue. Elles peuvent être pincées, déchirées ou brûlées sans qu'il en résulte aucune douleur; les mutilations les plus profondes laissent l'animal impassible.

La section du trijumeau n'a pas seulement pour résultat l'insensibilité des régions auxquelles il se distribue. Elle est bientôt suivie de troubles plus ou moins profonds dans la nutrition ou la sécrétion de ces parties. La conjonctive s'enflamme, la cornée s'ulcère, la muqueuse nasale s'épaissit, l'ouïe s'affaiblit, etc.

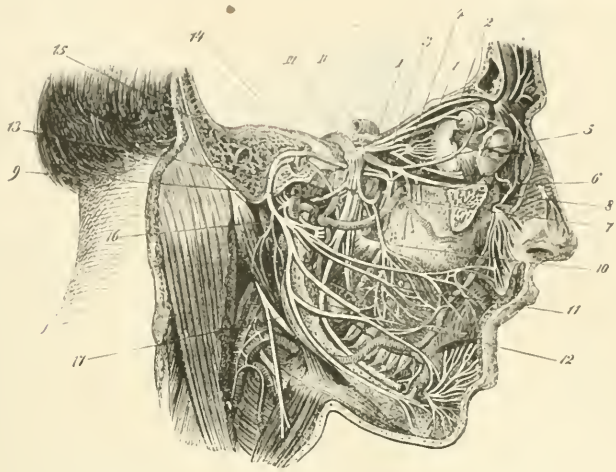


Fig. 270. — *Nerf trijumeau et ses branches.*

La section de la portion non ganglionnaire du trijumeau, c'est-à-dire de sa racine motrice, a simplement pour résultat la paralysie du mouvement des parties auxquelles elle se distribue, c'est-à-dire des muscles moteurs de la mâchoire, qu'il devient alors impossible de mouvoir.

Les branches terminales du trijumeau s'anastomosent avec le nerf facial.

Examinons maintenant en quelques mots la distribution des trois branches émanées du trijumeau.

Le *nerf ophthalmique*, première branche du ganglion de Gasser, pénètre dans l'orbite par la fente sphénoïdale et se divise en 3 branches : *nasal*, *frontal* et *lacrymal*,

* I) *Première branche du trijumeau* ou *nerf ophthalmique*. — 1, 2, 3) Nerf frontal, nerf lacrymal, nerf nasal, branches de terminaison du nerf ophthalmique. — 4) Ganglion optique et nerfs ciliaires. — II) *Deuxième branche du trijumeau* ou *nerf maxillaire supérieur*. — 5) Rameau orbitaire. — 6) Rameau sous-orbitaire. — 7) Sphéno-palatin. — 8) Ganglion de Meckel. — III) *Troisième branche du trijumeau* ou *nerf maxillaire inférieur*. — 9) Nerf auriculo-temporal. — 10) Nerf buccinateur. — 11) Nerf lingual. — 12) Nerf dentaire inférieur. — 13) Nerf facial. — 14) Grand nerf pétreux superficiel. — 15) Corde du tympan. — 16) Rameaux du facial destinés au muscle digastrique. — 17) Nerf hypoglosse.

qui se distribuent et donnent la sensibilité à la peau du front, à la paupière supérieure, à la conjonctive, à la muqueuse pituitaire, à la glande lacrymale et au lobule du nez.

Il contribue à former le ganglion ophthalmique, petit renflement de 2 millimètres de diamètre, situé sur le nerf optique à 1 centimètre du trou optique. Ce ganglion présente trois branches afférentes ou racines. Une racine motrice venue du moteur oculaire commun, une sensitive venue du nasal, une végétative venue du grand sympathique. De ce ganglion partent un grand nombre de filets nerveux qui, sous le nom de *nerfs ciliaires*, se distribuent à la cornée, à l'iris et à la conjonctive.

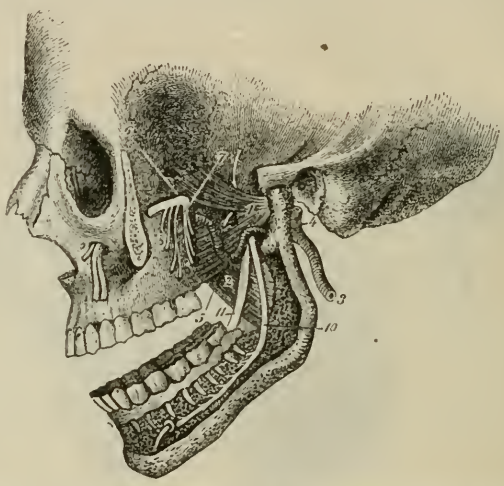


Fig. 271. — *Branches des nerfs maxillaires supérieur et inférieur.**

Le *nerf maxillaire supérieur*, deuxième branche du ganglion de Gasser, sort du crâne par le trou grand rond et, arrivé sur le plancher de l'orbite, pénètre dans le canal sous-orbitaire et en sort par son orifice externe sur l'os malaire. Il se distribue à la peau, aux muscles et à la muqueuse de la lèvre supérieure, ainsi qu'aux gencives et aux dents de la mâchoire supérieure, auxquelles il donne leur sensibilité.

Ses branches terminales sont les *nerfs sous-orbitaires*, ses branches collatérales les *nerfs dentaires antérieurs et postérieurs* qui se distribuent aux racines des dents de la mâchoire supérieure, et le rameau orbitaire qui va à l'orbite, où il s'anastomose avec le lacrymal dont il partage la distribution.

Le *nerf maxillaire inférieur*, troisième branche du ganglion de Gasser, se compose d'une portion sensitive venue de ce ganglion et de la portion motrice du trijumeau

* 1) Muscle ptérygoïdien externe. — 2) Ptérygoïdien interne. — 3) Carotide externe. — 4) Artère temporale superficielle. — 5) Artère maxillaire interne. — 6) Nerf maxillaire supérieur. — 7) Nerfs palatins. — 8) Nerfs dentaires postérieurs. — 9) Nerf sous-orbitaire et nerf dentaire antérieur. — 10) Nerf dentaire inférieur. — 11) Nerf lingual.

qui, ainsi que nous l'avons vu, passe sous le ganglion de Gasser sans contracter de rapports avec lui. Il sort du crâne par le trou ovale et à sa sortie de ce trou fournit dans la fosse zygomatique un bouquet de nerfs composé de branches qui se portent aux dents inférieures (*nerfs dentaires inférieurs*), à la muqueuse des deux tiers antérieurs de la langue (*nerf lingual*), à la muqueuse et à la peau de la lèvre inférieure, du menton et de la région temporale, auxquels elles donnent leur sensibilité, et enfin aux muscles masticateurs, auxquels elles donnent le mouvement. Ce sont les branches se distribuant à ces derniers muscles qui représentent la portion motrice du trijumeau.

Dans son trajet, le nerf lingual reçoit la corde du tympan, branche du facial. Il envoie des filets aux glandes sous-maxillaire et sublinguale.

Le maxillaire inférieur contribue à former le ganglion otique situé au-dessous du trou ovale. Ce ganglion émet deux branches qui vont aux muscles du marteau, à la muqueuse de la caisse du tympan et au péristaphilin externe.

Sixième paire ou nerf moteur oculaire externe. — Nerf moteur se distribuant après sa sortie du crâne par la fente sphénoïdale au muscle droit externe de l'œil, auquel il donne le mouvement. Sa section a pour conséquence un strabisme interne, résultant de ce que le droit interne agit seul sur le globe oculaire qu'il attire de son côté.

On voit que, sur les 12 paires de nerfs crâniens, 3 paires, le *moteur oculaire commun*, le *pathétique* et le *moteur oculaire externe*, se distribuent aux muscles moteurs du globe oculaire. « A chacune des trois directions principales dans lesquelles le globe oculaire peut être porté, correspond, dit Longet, une de ces trois paires nerveuses. Aux mouvements dans le sens *vertical* correspond le nerf moteur oculaire commun; aux mouvements *rotatoires*, le pathétique; enfin, à ceux de *latéralité*, le moteur oculaire externe. Une telle disposition est suffisamment motivée par la nécessité d'une précision extrême dans le jeu de tous les éléments de l'organe visuel, et c'est grâce à elle que l'harmonie des mouvements de cet appareil se trouve assurée avec leur indépendance : l'*harmonie*, au moyen de la troisième paire, destinée à influencer tous les genres de mouvements du globe de l'œil, et l'*indépendance*, à l'aide de la quatrième et de la sixième paire, affectées chacune à un seul genre de ces mouvements. » Telle serait, suivant ce physiologiste, la raison de l'existence de trois nerfs différents pour un si petit nombre de muscles.

Septième paire ou nerf facial. — Nerf moteur se distribuant à tous les muscles du cou et de la face, les masticateurs exceptés. C'est de tous les nerfs moteurs celui qui se distribue au plus grand nombre de muscles et qui s'anastomose le plus fréquemment avec les nerfs sensitifs.

Après sa sortie des parties latérales du bulbe, ce nerf passe dans le conduit auditif interne et en sort par le trou stylo-mastoïdien, orifice externe de l'aqueduc de Fallope; il traverse ensuite la parotide et se divise sur la face externe du masseter en deux branches d'où partent de nombreux rameaux qui se distribuent aux muscles précédemment mentionnés.

Dans l'aqueduc de Fallope, le nerf facial fournit plusieurs branches, notamment les *nerfs pétreux*, le *filet du muscle de l'étrier* et la *corde du tympan*. Ce dernier nerf passe sur la face interne de la membrane du tympan, sort du crâne au voisinage de l'épine du sphénoïde et va se jeter dans le lingual. Claude Bernard le considère comme un nerf moteur, provoquant la sécrétion salivaire quand il est mis en jeu par l'intermédiaire du lingual, nerf sensitif.

Le nerf facial donne le mouvement à tous les muscles de la face auxquels le nerf

trijumeau donne la sensibilité. Il est en réalité complémentaire de ce dernier. C'est sous son influence que se produisent tous les mouvements qui donnent à la physionomie son expression.

Quand le facial est coupé (expérience faite pour la première fois en 1821 par Ch. Bell sur un âne et répétée depuis sur des singes), le côté privé de son influence est complétement dépourvu d'expression, parce que les muscles qu'il animait ne peuvent plus se contracter. La face reste alors aussi inanimée que celle d'un cadavre; quelle que soit l'impression que l'animal éprouve, joie, fureur ou douleur, aucun muscle de sa physionomie ne fera un mouvement pour la trahir.

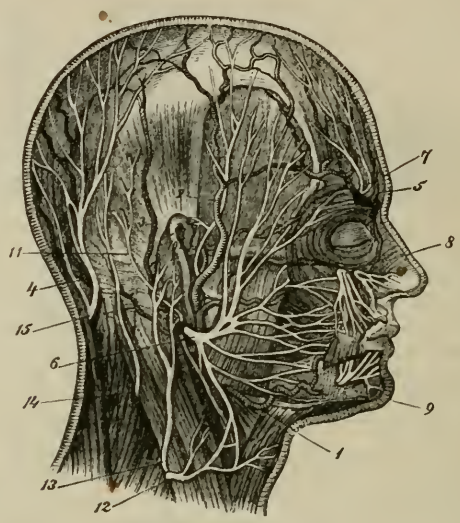


Fig. 272. — *Nerf facial.**

La paralysie des muscles de la face s'observe souvent chez l'homme à la suite de la destruction du facial par suite de la carie des os du rocher ou de la compression du même nerf par une tumeur. Le plus souvent la paralysie est bornée au nerf facial d'un seul côté; alors il existe, quand le malade parle ou rit, le désaccord le plus étrange entre les deux moitiés de sa figure : l'une mobile, l'autre dont rien ne vient jamais altérer l'expression. Bérard rapporte qu'un acteur anglais, depuis longtemps en possession d'égayer le public par le désaccord existant entre les deux moitiés de sa physionomie, devait cette faculté à une hémiplégie faciale dont il était atteint.

Le nerf facial étant un nerf moteur, ses altérations n'ont pour conséquence que la paralysie du mouvement des régions auxquelles il se distribue, mais leur sensibilité

* 1) Artère maxillaire externe. — 2) Artère temporale superficielle. — 3) Artère auriculaire postérieure. — 4) Artère occipitale. — 5) Artère frontale. — 6) Nerf facial. — 7) Nerf frontal. — 8) Rameau sous-orbitaire du maxillaire supérieur — 9) Rameaux mentonniers du nerf dentaire inférieur. — 10) Nerf temporal superficiel — 11) Nerf auriculaire postérieur. — 12) Branche transverse du plexus cervical superficiel. — 13) Nerf auriculaire. — 14) Nerf occipital externe. — 15) Nerf occipital interne.

due au trijumeau reste intacte. La nutrition et les sécrétions de ces parties ne sont également pas modifiées par la suppression de son action, du moins directement; car l'absence du clignement, la paralysie des muscles des narines et de ceux des joues finissent par avoir pour résultat à la longue des troubles plus ou moins profonds de la vue, de l'ouïe et du goût.

Huitième paire ou nerf auditif. — Après sa naissance au niveau du bulbe, ce nerf pénètre parallèlement au facial jusqu'au fond du conduit auditif interne, d'où il se divise en plusieurs rameaux qui se distribuent à l'oreille. C'est un nerf de sensibilité spéciale présidant, comme nous l'avons vu, à l'audition. Comme les nerfs de l'olfaction et de la vision, il est tout à fait insensible aux irritations mécaniques et ces irritations n'ont d'autre effet que la production de sensations acoustiques.

Neuvième paire ou nerf glosso-pharyngien. — Nerf mixte partant du crâne par le trou déchiré postérieur et se distribuant au tiers postérieur de la muqueuse linguale à laquelle il donne sa sensibilité tactile et gustative. Il envoie dans son trajet des branches dans le pharynx, les amygdales et la caisse du tympan (*nerf de Jacobson*), où il se divise en six rameaux, dont les uns se distribuent dans l'oreille à la muqueuse de la caisse du tympan et de la trompe d'Eustache et les autres s'anastomosent avec le grand sympathique et le facial.

Lorsqu'on coupe le glosso-pharyngien, toutes les parties auxquelles il envoie des rameaux sont frappées d'insensibilité; en l'irritant à sa sortie du crâne, on observe en outre des contractions dans les muscles constricteurs du pharynx; ce qui prouve que, hors du crâne, il est à la fois sensitif et moteur; mais son influence motrice est uniquement due à ses anastomoses avec des nerfs du mouvement, et en effet la suppression de ces anastomoses la lui font perdre.

Dixième paire. Nerf pneumogastrique ou nerf vague. — Nerf mixte se distribuant au pharynx, au larynx, au cœur, aux poumons, à l'œsophage, à l'estomac, au foie et au plexus solaire. Il tient sous sa dépendance les principaux viscères dont l'action est indispensable à l'entretien de la vie. Il emprunte sa force motrice à une grande étendue de l'axe rachidien. Le spinal, le facial, l'hypoglosse, le grand sympathique lui fournissent des rameaux.

Sorti du crâne par le trou déchiré postérieur, le pneumogastrique se porte verticalement en bas sur les parties antérieure et latérale du cou en dehors de la carotide, puis descend dans le thorax et se place à côté de l'œsophage qu'il accompagne jusque dans l'abdomen et se ramifie dans cette région; celui du côté droit se perd dans la paroi postérieure de l'estomac et le plexus solaire, celui du côté gauche se rend à la partie antérieure de l'estomac et au foie. Le long de l'œsophage, ses deux branches donnent des rameaux qui s'anastomosent entre elles et entourent ce canal.

Le pneumogastrique s'anastomose avec le facial, le spinal, le glosso-pharyngien, le grand hypoglosse et le grand sympathique.

Sensitif à son origine, le pneumo-gastrique reçoit bientôt des anastomoses de nerfs moteurs qui en font un nerf mixte. Ce sont ces anastomoses venues du spinal qui constituent les nerfs pharyngiens et laryngés, auxquels les muscles du larynx et du pharynx doivent leurs mouvements.

D'après plusieurs physiologistes, l'irritation du pneumogastrique dans l'intérieur du crâne produirait des contractions dans les muscles auxquels il se distribue, et par suite ce nerf serait mixte dès son origine; quoi qu'il en soit, en raison du nombre de ses branches sensitives, on peut le considérer comme étant bien plus sensitif que moteur.

L'expérience démontre que l'excitation énergique, par un courant électrique,

du pneumogastrique amène l'arrêt des mouvements du cœur. Si on le soumet à l'action d'un faible courant, on voit, au contraire, ses mouvements s'accélérer. Après sa section, le cœur exécute des mouvements précipités et désordonnés. Aussi l'a-t-

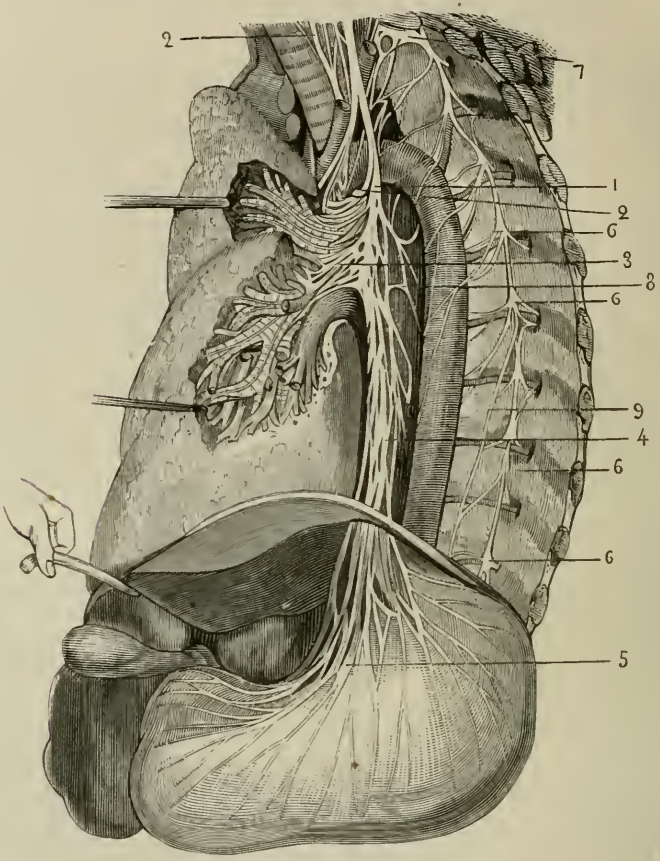


Fig. 273. — *Pneumo-gastrique gauche.* *

on comparé au frein d'une locomotive. Nous avons, en traitant de la circulation (page 249), parlé du mécanisme qui produit cet effet.

Le pneumogastrique a aussi une influence marquée sur la digestion; quand il est coupé, le bol alimentaire pénètre difficilement dans l'œsophage, la tunique musculaire de l'estomac est paralysée et le suc gastrique devient alcalin.

* 1) Tronc du pneumogastrique au niveau de la crosse de l'aorte. — 2, 2) Récurrent gauche, — 3) Rameaux pulmonaires se portant sur les divisions bronchiques. — 4) Plexus œsophagien. — 5) Filets gastriques terminaux du pneumogastrique. — 6, 6, 6, 6) Ganglions du grand sympathique. — 7) Ganglion cervical inférieur du grand sympathique. — 8) Aorte. — 9) Nerf petit splanchnique se portant vers le plexus solaire.

Sur l'appareil de la phonation, son influence est également considérable. La section des nerfs laryngés a pour résultat la paralysie des muscles du larynx et l'aphonie de l'animal. Nous avons vu (page 371) qu'il en résultait de plus son asphyxie immédiate, quand il est jeune, par suite du rapprochement des bords de la glotte. Lorsque les bords du larynx sont devenus cartilagineux sous l'effet de l'âge, ils ne peuvent plus s'appliquer aussi intimement l'un contre l'autre et l'asphyxie, quand elle se produit, est fort lente.

C'est également au pneumogastrique que la muqueuse respiratoire doit cette extrême sensibilité qui fait que, lorsque la moindre parcelle d'aliments tombe sur la glotte, tous les muscles de l'appareil respiratoire se contractent pour l'expulser. Après la section du pneumogastrique, les corps étrangers ne déterminent en tombant dans le larynx aucun accès de toux.

Onzième paire. Nerf spinal ou accessoire de Willis. — Nerf moteur se distribuant après sa sortie du crâne par le trou déchiré postérieur aux muscles du pharynx et du larynx, au sterno-mastoïdien et au trapèze, auxquels il donne le mouvement. Après sa sortie du crâne, il se divise en deux branches : une interne, qui se jette dans le pneumogastrique, descend le long de ce nerf et s'en détache pour constituer les nerfs pharyngiens et laryngés*; l'autre externe, qui passe sous la parotide et se distribue au sterno-mastoïdien et au trapèze, muscles qui agissent comme inspirateurs, mais seulement dans les inspirations laborieuses. Il donne à ces divers muscles leurs mouvements, et sa section les paralyse. Nous avons déjà indiqué, en étudiant l'influence du système nerveux sur la respiration (page 371), que la conséquence de cette paralysie était l'impossibilité pour l'animal de se livrer à aucun effort.

Douzième paire ou nerf grand hypoglosse. — Nerf moteur se distribuant, après sa sortie du crâne, par le trou condylien à tous les muscles de la langue auxquels il donne le mouvement. Vers l'angle de la mâchoire, il se divise en deux branches : une descendante, qui se porte parallèlement à l'artère carotide jusqu'à la partie moyenne du cou, où elle s'anastomose avec le plexus cervical; l'autre qui va à la langue. Sa section a pour résultat la paralysie des muscles de la langue et l'impossibilité d'avaler; mais la sensibilité tactile et gustative de cet organe, due, comme nous l'avons vu, au glosso-pharyngien et au lingual, n'est nullement influencée.

II. NERFS RACHIDIENS.

Les nerfs rachidiens naissent, au nombre de 31 paires, des cellules de la substance grise de la moelle épinière par deux racines, une *antérieure* ou *motrice*, l'autre *postérieure* ou *sensitive*; cette dernière munie d'un renflement ganglionnaire. Le tronc formé par la réunion de ces racines se divise presque immédiatement en trois branches, contenant chacune des rameaux sensitifs et moteurs qui ne se séparent qu'en arrivant dans la profondeur des organes. Ces trois branches sont :

1° *Les branches rachidiennes postérieures*, qui se distribuent à la peau et aux muscles de la nuque et du dos; 2° *les branches rachidiennes antérieures*, qui se distribuent aux parties antérieures et latérales du tronc, ainsi qu'aux muscles des membres. Elles sont bien plus volumineuses que les précédentes; 3° *les branches rachidiennes*

*Voyez les figures des nerfs laryngés, pages 36 et 560.

ganglionnaires, qui se rendent aux ganglions du grand sympathique et que nous n'étudierons qu'avec ce dernier.

Les branches rachidiennes postérieures se divisent, après leur sortie du tronc des nerfs rachidiens, en plusieurs rameaux qui se portent dans l'interstice des muscles longs du dos et vont se distribuer ensuite les uns dans les muscles, les autres dans la peau de la nuque et du dos. Leurs rameaux cutanés traversent les insertions des muscles superficiels du dos, à peu de distance du sommet des apophyses épineuses des vertèbres.

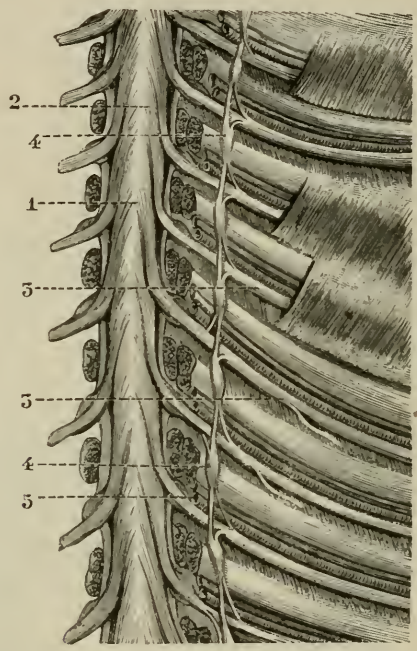


Fig 274. — *Portion de la moelle épinière montrant ses rapports avec les nerfs rachidiens et le grand sympathique.*

Les branches rachidiennes antérieures sont, comme nous l'avons dit plus haut, bien plus importantes que les précédentes branches postérieures. Parmi les rameaux qui en émanent, les uns, comme les nerfs intercostaux et les derniers nerfs sacrés, par exemple, se portent directement aux parties vers lesquelles ils se distribuent; les autres se groupent et s'anastomosent pour former quatre plexus. Deux de ces plexus, le *plexus cervical* et le *plexus brachial*, se trouvent sur les parties latérales de la région supérieure de la moelle épinière. Les deux autres, le *plexus lombaire* et le *plexus sacré*, se trouvent sur les côtés de sa partie inférieure.

* 1) Face antérieure de la moelle épinière. — 2) Racines des nerfs intercostaux. — 3, 3) Tronc du nerf intercostal. — 4, 4) Ganglions du grand sympathique en rapport avec les nerfs intercostaux. — 5) Artère intercostale au-dessous de ce nerf.

En procédant de haut en bas, on trouve successivement comme branches antérieures des nerfs rachidiens : le *plexus cervical*, le *plexus brachial*, les *nerfs intercostaux*, le *plexus sacré*, les *dernières branches des nerfs sacrés*. Examinons rapidement ces diverses parties.

Plexus cervical. — Formé par les branches antérieures des quatre premiers nerfs cervicaux, il est placé au-devant des apophyses transverses des vertèbres cervicales, dont il est séparé par les muscles grand droit antérieur et long du cou. Une lame fibreuse le recouvre dans toute son étendue. Devant lui on trouve la carotide interne, la jugulaire interne, le sterno-mastoïdien. Il fournit quinze branches, qui, suivant qu'elles se distribuent aux muscles ou à la peau, ont été divisées en deux groupes : *plexus cervical superficiel* ou cutané, *plexus cervical profond* ou musculaire.

Le *plexus cervical superficiel* fournit les branches *auriculaires*, *mastoïdienne*, *cervicale*, *transversale*, *sous-clavriculaire*, *sous-acrominale*, qui se distribuent à la peau de la région mastoïdienne, à celle de la partie antérieure du cou, de l'épaule et de la partie interne des clavicules.

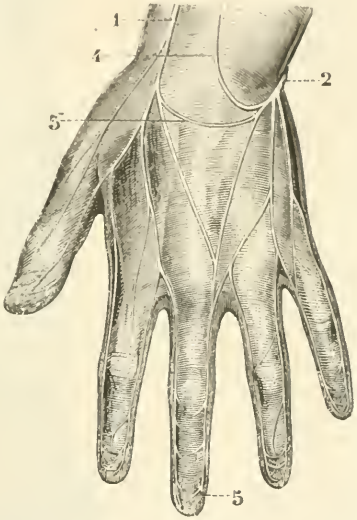


Fig. 275. — *Nerfs de la face dorsale de la main* *

Le *plexus cervical profond* fournit dix branches destinées aux muscles du cou, au trapèze, au rhomboïde, à l'angulaire de l'omoplate et au diaphragme. Ces branches portent toutes le nom des muscles auxquels elles se rattachent, sauf celle qui va au diaphragme qu'elle anime et qui a reçu le nom de *nerf phrénique*. Ce nerf important, dont nous avons étudié déjà (p. 370) l'action sur la respiration, se porte verticalement sur le bord antérieur du muscle scalène antérieur, descend dans le thorax

* 1) Branche superficielle du radial. — 2) Branche dorsale du cubital. — 3) Anastomose entre ces deux nerfs. — 4) Autre rameau anastomotique. — 5) Terminaison des nerfs collatéraux dorsaux.

entre la veine et l'artère sous-clavière et s'insinue entre le poumon et le cœur jusqu'au diaphragme, dans lequel il s'épanouit.

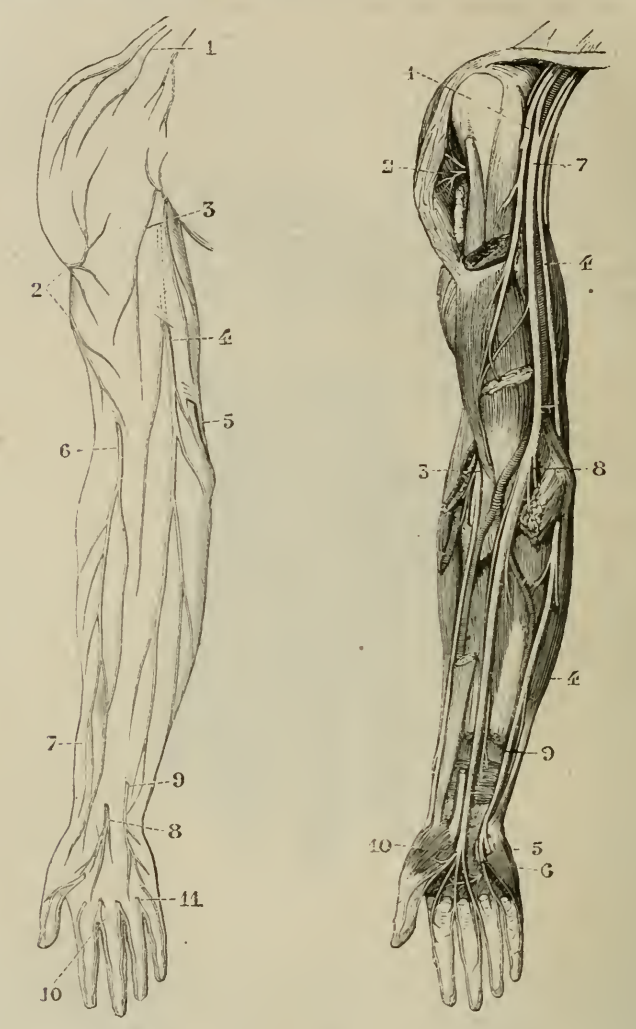


Fig. 276.
*Nerfs superficiels du membre supérieur.**

Fig. 277.
*Nerfs profonds du membre supérieur.***

* 1) Rameaux du plexus cervical superficiel. — 2, 3) Rameaux cutanés du radial. — 4, 5) Brachial cutané interne. — 6, 7) Rameaux cutanés du musculo-cutané. — 8) Anastomose du radial avec le précédent. — 9) Anastomose du cubital avec le brachial cutané interne. — 10, 11) Rameaux collatéraux des doigts.

** 1) Musculo-cutané. — 2) Circonflexe ou axillaire. — 3) Radial. — 4) Cubital. — 5) Branche profonde ou motrice du cubital. — 6) Branche superficielle ou cutanée. — 7, 8, 9, 10) Médian.

Plexus brachial. — Il est formé par les branches antérieures des quatre derniers nerfs cervicaux et du premier dorsal. Au-dessus de la clavicule, ce plexus est placé entre les scalènes; au niveau de la clavicule, il n'est séparé de celle-ci que par le muscle et les vaisseaux sous-claviers; sous la clavicule, il est placé entre les côtes et les muscles pectoraux. L'artère et la veine sous-clavières, qui sont situées en avant du plexus brachial à sa partie supérieure, sont entourées par lui à leur partie inférieure.

Le plexus brachial fournit douze *branches collatérales* qui se distribuent aux muscles entourant le creux axillaire et portent les noms des parties auxquelles elles se distribuent, et 6 *branches terminales* destinées à la peau et aux muscles des membres supérieurs.

Ces dernières sont : le *nerf brachial cutané interne*, qui se distribue à la peau de la moitié interne de l'avant-bras; le *musculo-cutané*, qui se distribue aux muscles antérieurs du bras et se termine dans la peau de la moitié interne de l'avant-bras; le *nerf axillaire* ou *circonflexe* qui, après avoir contourné le col de l'humérus, se porte au deltoïde, au petit rond et à la peau de la partie postérieure de l'épaule; le *nerf médian*, qui se distribue à la plupart des muscles de la région antérieure de l'avant-bras et envoie aussi des rameaux à la peau de la main et aux muscles de l'éminence thénar; le *nerf cubital*, qui se distribue au muscle cubital antérieur, à la moitié interne des fléchisseurs profonds des doigts et à un grand nombre de muscles de la main : il envoie aussi des rameaux aux derniers doigts; le *nerf radial*, qui donne des rameaux au triceps et anime les muscles de la région externe et de la région postérieure de l'avant-bras. Il fournit quelques branches collatérales au pouce et aux deux premiers doigts.

Nerfs intercostaux. — Les nerfs intercostaux sont constitués par les branches antérieures des nerfs dorsaux qui, ainsi que nous l'avons vu, ne se réunissent pas pour former des plexus. Ils sont au nombre de douze de chaque côté et destinés aux parois du tronc.

Les nerfs intercostaux s'anastomosent par deux filets avec les deux ganglions du grand sympathique les plus voisins, puis se placent entre le feuillet pariétal de la plèvre et les muscles intercostaux, et se logent dans la gouttière des côtes, au-dessous des vaisseaux intercostaux. Jusqu'à la partie moyenne des côtes, ils se placent à égale distance des deux os qui limitent l'espace intercostal à leur partie antérieure. Ils se terminent en plusieurs branches qui se distribuent à la peau.

Plexus lombaire. — Il est formé par l'entrecroisement des cinq paires antérieures des nerfs lombaires et situé sur les côtés des vertèbres lombaires, dans l'épaisseur même du muscle psoas, de la surface duquel on voit sortir toutes les branches qui en émanent. Il fournit quatre *branches collatérales* et trois *terminales*. Les premières se distribuent à la partie inférieure des muscles de la peau de l'abdomen, au carré des lombes, à la peau du pubis, du scrotum et de la cuisse. Les secondes sont : le nerf *lombo sacré* qui se jette dans le plexus sacré, le *nerf obturateur* qui se distribue au muscle obturateur, au droit interne de la cuisse et aux adducteurs, le *crural* qui se distribue aux muscles de la région antérieure de la cuisse et aux téguments de la partie antérieure et interne de la cuisse, de la jambe et du pied.

Plexus sacré. — Il est formé par la réunion du nerf lombo-sacré et des branches antérieures des quatre premiers nerfs sacrés. Sa forme est celle d'un triangle, dont la base tournée en dedans correspondrait à toute la longueur du sacrum et dont le sommet dirigé en dehors répondrait à la grande échancrure sciatique. Il est en rapport en arrière avec le sacrum, en avant avec le péritoine, le rectum et le bas-fond de la vessie. On le voit représenté fig. 179, p. 542.

Le plexus sacré donne dix *branches collatérales*, qui se rendent aux muscles du

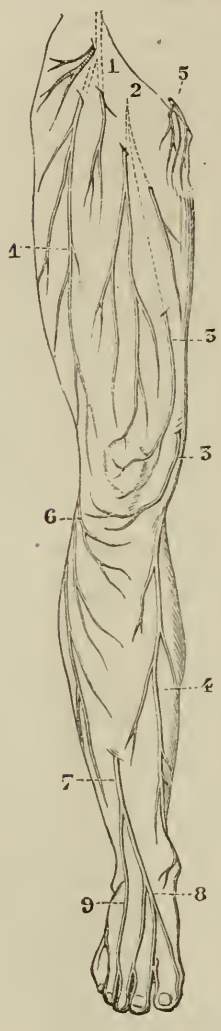


Fig. 278.
*Nerfs superficiels de la face antérieure du membre inférieur.**

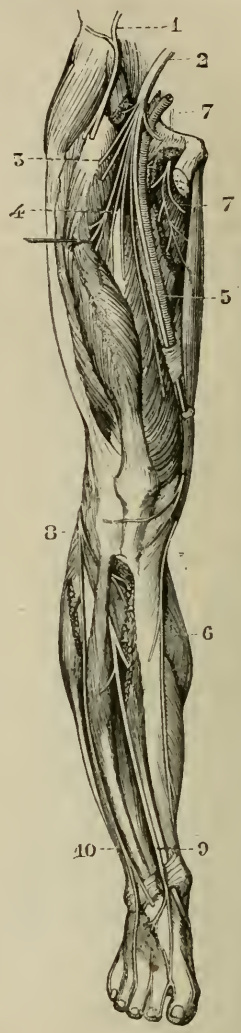


Fig. 279.
*Nerfs profonds de la face antérieure du membre inférieur.***

* 1) Nerf fémoro-cutané. — 2, 3, 3) Rameaux cutanés du crural. — 4) Saphène interne. — 5) Rameaux génitaux de l'abdomino-génital. — 6) Branche cutanée péronière. — 7, 8, 9) Terminaison du nerf musculo-cutané

** 1) Nerf fémoro-cutané. — 2) Nerf crural. — 3, 4) Rameaux du crural se rendant au triceps. — 5, 6, Nerf saphène interne. — 7, 7) Nerf obturateur. — 8 Sciatique poplité externe — 9) Tibial antérieur. — 10) Musculo-cutané.

périnée et de la fesse et à la peau de ces régions; et une *branche terminale*, le *nerf*

Fig. 280.
*Nerfs superficiels de la face postérieure du membre inférieur.**

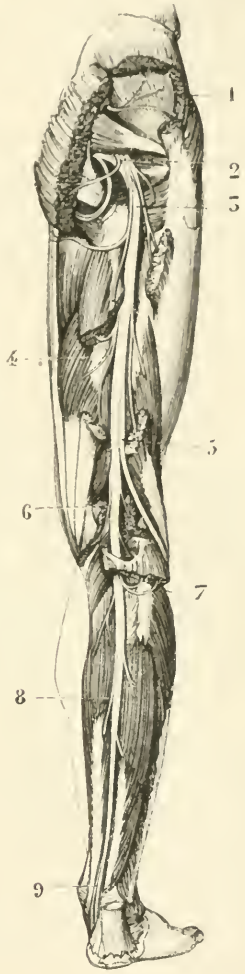


Fig. 281.
*Nerfs profonds de la face postérieure du membre inférieur.***

* 1) Rameaux du fémoro-cutané. — 2) Rameaux du nerf anal. — 3, 4) Branches cutanées du petit sciatique. — 5) Nerf accessoire du saphène externe. — 6) Saphène externe. — 7) Branche calcanéenne venue du tibial postérieur. — 8) Rameaux postérieurs du saphène interne.

** 1) Nerf fessier supérieur. — 2) Fessier inférieur ou petit sciatique. — 3) Grand sciatique. — 4) Rameaux se distribuant aux demi-tendineux, demi-membraneux et grand adducteur. — 5) Sciatique poplité externe. — 6) Sciatique poplité interne — 7) Rameaux du soléaire. — 8) Nerf tibial postérieur. — 9) Division du tibial postérieur en plantaires.

grand sciatique, le plus gros nerf de l'économie, qui se distribue aux muscles de la région postérieure de la cuisse et à ceux de la jambe et du pied. Au niveau du creux du jarret, le grand sciatique se divise en *poplité interne* et *poplité externe*; ce dernier, après sa sortie de l'anneau du soléaire, se divise lui-même en *tibial antérieur* et *musculo-cutané*. La distribution de ces différents nerfs est indiquée dans les figures qui les représentent.

Branches antérieures des derniers nerfs sacrés. — Les branches antérieures des derniers nerfs sacrés, de même que celles des nerfs dorsaux, ne se réunissent pas entre elles pour former des plexus. La *quatrième paire sacrée* se divise en trois faisceaux qui se portent dans le plexus sacré, dans le plexus hypogastrique et dans la peau de la région coccygienne. La *cinquième paire sacrée* se divise en deux rameaux, dont l'un se jette dans la première paire et l'autre se réunit à la sixième. La *sixième paire sacrée* se distribue à la peau de la région coccygienne et au muscle grand fessier.

III. NERF GRAND SYMPATHIQUE.

Le nerf grand sympathique, nommé aussi *nerf de la vie organique* ou *nerf splanchnique*, est un cordon renflé de distance en distance, placé de chaque côté de la moelle épinière du crâne au coccyx, et qui peut être considéré, ainsi que nous l'avons dit, comme naissant des nerfs crâniens et rachidiens, sur toute l'étendue de l'axe cérébro-spinal, par des racines sensitives et motrices. C'est la réunion de ces racines qui constitue le grand sympathique. Son extrémité supérieure, accolée à l'artère carotide interne, pénètre avec elle dans le crâne, où elle s'anastomose avec celle du côté opposé. Son extrémité inférieure s'unit également devant la base du coccyx avec celle du côté opposé. Il résulte par suite de ces anastomoses que les deux sympathiques forment une ellipse très-allongée. Du double cordon, constitué par ses portions latérales, naissent des branches qui se distribuent principalement aux viscères de la poitrine et de l'abdomen. Elles s'anastomosent entre elles et forment un grand nombre de plexus.

Au cou, le grand sympathique est placé entre les apophyses transverses des vertèbres et les muscles prévertébraux. Dans le thorax, il se trouve de chaque côté de la colonne vertébrale, devant la tête, des côtes contre lesquelles il est appliqué par la plèvre pariétale. Dans l'abdomen, il est situé devant la colonne vertébrale, des deux côtés de l'aorte. Dans le bassin, devant le sacrum, de chaque côté du rectum.

Les renflements que le nerf grand sympathique présente sur toute sa longueur sont des ganglions, en nombre à peu près égal à celui des nerfs rachidiens. C'est de ces ganglions, dont nous avons indiqué précédemment la constitution, que naissent les branches qui se portent aux organes.

Pour la commodité des descriptions anatomiques, on a divisé le grand sympathique en quatre portions : *portion cervicale*, *thoracique*, *abdominale* et *pelvienne*.

Portion cervicale du grand sympathique. — Les branches qui la constituent naissent des ganglions cervicaux de la partie supérieure du grand sympathique, ainsi nommés en raison de leur position dans le cou. De ces ganglions sortent des branches dont les unes accompagnent la carotide interne, pénètrent dans le crâne par le trou déchiré postérieur et s'anastomosent avec plusieurs nerfs crâniens, et les autres se distribuent au pharynx, au larynx et à l'œsophage. Quelques-unes forment, en s'unissant avec des branches venues des pneumogastriques, le plexus cardiaque, situé sous la crosse de l'aorte, en avant de la bifurcation de la trachée. De ce

Fig. 282. — *Figure schématique représentant les deux nerfs grands sympathiques.*

A) Ganglion cervical supérieur.
B) Ganglion cervical moyen.
C) Ganglion cervical inférieur.
D) Ganglion rachidien.
E) Filets antérieurs des ganglions cervicaux et des ganglions thoraciques, concourant à la formation du plexus cardiaque.
F) Plexus cardiaque.
G) Plexus diaphragmatique.
H) Grand splanchnique.
I) Ganglion semi-lunaire.
J) Plexus solaire.
K) Plexus mésentérique.
L) Plexus hypogastrique.
M) Plexus iliaque.
N) Anastomose du ganglion cervical supérieur avec les nerfs crâniens.
O) Filets ascendants qui accompagnent les artères dans le cerveau.

plexus partent des nerfs qui se ramifient dans le cœur. Sur leur trajet se trouvent des ganglions, auxquels le cœur paraît redevable de sa propriété de se contracter quelque temps après sa séparation du corps de l'animal.

Portion thoracique du grand sympathique. — Elle est située dans le thorax, de la première à la dernière côte. Ses ganglions sont au nombre de douze, comme les vertèbres de cette région. Les branches qui en naissent se distribuent à la trachée, aux poumons, à l'œsophage et aux viscères abdominaux; celles des derniers ganglions thoraciques constituent les *nerfs splanchniques*, qui se jettent dans le plexus solaire.

Portion abdominale du grand sympathique. — Ses branches entourent la partie supérieure de l'aorte abdominale et le tronc cœliaque, et constituent à l'origine de ce tronc un plexus, nommé *plexus solaire* ou *épigastrique*, limité à droite et à gauche par les capsules surrénales. Ce plexus s'anastomose, comme nous l'avons dit, avec le pneumo-gastrique. Il contient un nombre considérable de ganglions, parmi lesquels s'en trouvent deux plus volumineux que les autres, situés sous le diaphragme, au-dessus du pancréas, auxquels on a donné le nom de *ganglions semi-lunaires*.

Du plexus solaire rayonnent des branches en nombre considérable, qui suivent les artères de cette région. Elles se distribuent aux mêmes organes que les artères de la région abdominale et forment autour des artères *splénique*, *hépatique*, *mésentérique*, *supérieure*, *surrénale*, des plexus qui portent les noms de ces vaisseaux.

Sur la partie inférieure de l'aorte abdominale, les ramifications du grand sympathique forment un plexus nommé *lombo-aortique*, d'où naissent des branches constituant un autre plexus — *lombo-mésentérique* — qui accompagne l'artère mésentérique inférieure jusqu'à sa terminaison dans le rectum.

Portion pelvienne du grand sympathique. — Ses branches s'unissent pour former, de chaque côté du rectum et de la vessie, sous le péritoine, un plexus volumineux, nommé *plexus hypogastrique*, qui reçoit des nerfs de la vie animale. Il en part des rameaux qui se portent aux viscères contenus dans la cavité du bassin, et forment eux-mêmes, en s'anastomosant, d'autres plexus nommés, d'après les noms des organes auxquels ils se distribuent, plexus *hémorrhoïdal*, *vésical*, *utérin* et *vaginal*.

Usages du grand sympathique. — Le grand sympathique, ainsi que nous venons de le voir, est un nerf qui se distribue principalement aux viscères, c'est-à-dire aux organes de la circulation, de la digestion, de la respiration, lesquels fonctionnent, comme on le sait, d'une façon indépendante de la volonté. C'est un nerf mixte, c'est-à-dire renfermant des éléments sensitifs et moteurs, émanés des branches rachidiennes. Mais les parties auxquelles il se distribue ont une sensibilité obtuse, et les muscles lisses qui reçoivent ses rameaux n'exécutent que des contractions généralement fort lentes. Cette sensibilité, qui s'exagère beaucoup dans les maladies, se démontre facilement par la douleur que produit chez les animaux l'irritation des ganglions qui le composent. Les contractions que ces mêmes parties exécutent en même temps prouvent le pouvoir moteur des filets nerveux qu'elles reçoivent.

On supposait autrefois que c'était des ganglions du grand sympathique que naissaient les nerfs vaso-moteurs, qui tiennent sous leur dépendance — comme nous l'avons vu en traitant de la circulation — les muscles qui entourent les vaisseaux, et sont, en réalité, les véritables régulateurs de la circulation. Mais depuis les expériences de

divers physiologistes, Budge, Schiff, etc., on admet généralement qu'ils naissent directement de la moelle épinière. Ce dernier auteur a même réussi à déterminer quelques-unes des parties de la moelle d'où naissent les vaso-moteurs des diverses régions du corps. Ce qui semble bien prouver, en effet, que les vaso-moteurs émanent de cet axe, c'est que la section de la moelle épinière dans la partie supérieure de la région cervicale détermine les mêmes phénomènes que ceux que provoque la section des nerfs vaso-moteurs eux-mêmes, c'est-à-dire la dilatation paralytique de tous les vaisseaux, à laquelle succède bientôt leur contraction si on électrise le bout de la moelle en relation avec eux.

Les vaso-moteurs seraient donc, en réalité, simplement accolés aux nerfs du grand sympathique, association qui n'est pas propre uniquement à ces derniers, car l'expérience démontre que dans plusieurs régions on trouve des vaso-moteurs unis aux nerfs de la vie animale. C'est ainsi, par exemple, que la section du nerf sciatique a pour résultat, indépendamment de la perte de la sensibilité et du mouvement des parties auxquelles il se distribue, la dilatation des vaisseaux de ces parties.

On est loin d'être fixé entièrement, du reste, encore sur les fonctions des nerfs vaso-moteurs. Cl. Bernard, Schiff, etc., en admettent aujourd'hui de deux sortes : *vaso-moteurs dilatateurs*, présidant à la dilatation des vaisseaux, *vaso-moteurs constricteurs*, présidant à leur contraction.

La physiologie moderne a renoncé à faire du grand sympathique un centre nerveux spécial, et elle ne le considère plus que comme une dépendance de l'axe cérébro-spinal constituée par la réunion d'un certain nombre des filets nerveux qui en émanent. Il perd peu à peu en effet ses propriétés quand ses connexions avec l'axe spinal sont détruites. S'il ne les perd pas immédiatement, c'est surtout parce que la substance grise de ses ganglions peut jouer pendant quelque temps le rôle de centre nerveux indépendant. C'est probablement aux ganglions qu'il contient que le cœur doit de pouvoir battre quelque temps encore après sa séparation du corps. Quoi qu'il en soit, sa séparation de la moelle épinière et du grand sympathique n'existe ni au point de vue anatomique, ni au point de vue physiologique.

Parmi les fonctions du grand sympathique paraît se trouver celle de modifier plus ou moins les courants sensitifs ou moteurs qui traversent les nerfs, en sorte, par exemple, qu'une impression arrivant à la moelle après avoir traversé les ganglions du grand sympathique, n'est pas la même que lorsqu'elle lui arrive par les autres nerfs sensitifs. Il existe même dans la moelle certaines parties, telles que le *centre cilio-spinal*, qui semblent ne pouvoir agir qu'à condition que leurs relations avec le grand sympathique soient conservées, et qui n'agissent plus quand ces relations sont supprimées. C'est ainsi, par exemple, que l'excitation du centre que nous venons de citer détermine la dilatation de la pupille quand il communique avec le grand sympathique, mais ne la produit plus quand il en est séparé.

Les relations de l'axe cérébro-spinal avec le grand sympathique expliquent comment des modifications survenues dans cet axe peuvent réagir sur les viscères placés sous la dépendance du grand sympathique. C'est de cette façon qu'il est possible d'expliquer qu'une impression vive produit de l'ictère ou de la diarrhée, que la stimulation électrique de la moelle provoque des contractions intestinales, que l'inflammation de la moelle épinière est souvent accompagnée de celle du péritoine et des reins, que des brûlures superficielles de l'abdomen déterminent souvent des lésions profondes des viscères. Réciproquement, des impressions vives des viscères auxquels se distribue le grand sympathique réagissent sur les parties animées par les nerfs de la vie animale. Les douleurs utérines violentes provoquent souvent des convulsions hystériques. L'irritation de l'intestin par des vers intestinaux détermine fréquemment le même effet chez les enfants.

Nous verrons dans un prochain chapitre que c'est également dans les relations de l'axe cérébro-spinal avec le grand sympathique qu'il faut surtout chercher l'explication de l'action réciproque qu'exercent l'un sur l'autre le physique et le moral; ces relations nous donnent aussi la clef d'une foule de phénomènes mystérieux, qualifiés souvent de surnaturels, tels, par exemple, que des guérisons rapides de maladies graves, les possessions démoniaques, etc.

L'influence considérable exercée sur la nutrition et les sécrétions par le grand sympathique est facile à comprendre, puisque c'est précisément aux organes chargés de la nutrition, tels que les appareils de la digestion, de la circulation, de la respiration, etc., qu'il se distribue. Lorsqu'on pratique la section de l'un des cordons de la portion cervicale du grand sympathique sur des chiens, la circulation et les sécrétions se troublent dans l'œil du même côté au point qu'il s'atrophie et se ternit tellement que bientôt l'animal ne peut presque plus y voir. Ces accidents sont précédés, en outre, d'une constriction de la pupille, ce qui fait qu'aujourd'hui plusieurs physiologistes admettent que les fibres radiées de cette dernière membrane sont animées par des filets du grand sympathique.

L'influence du grand sympathique ou des nerfs qui lui sont intimement associés sur la circulation est également facile à mettre en évidence. Répétant une expérience déjà faite par Pourfour du Petit en 1712, et Dupuy en 1816, mais dont toutes les conséquences n'avaient pas été aperçues par ces expérimentateurs, Cl. Bernard observa, après la section du grand sympathique dans la région cervicale, une élévation de la température du côté correspondant, ainsi que la rougeur et la dilatation des vaisseaux du même côté. Il attribua ces phénomènes à la paralysie des vaso-moteurs qui animent les muscles des vaisseaux de cette région. Les vaso-moteurs accompagnant les branches du grand sympathique, comme nous l'avons dit plus haut, il est évident que la section des unes entraîne nécessairement la paralysie des autres. Nous avons déjà parlé de cette expérience à propos de la circulation.

Quand, au lieu de couper le grand sympathique, on l'excite, ou lorsque, après l'avoir coupé, on le soumet à l'action d'un courant électrique, on observe le resserrement des vaisseaux et un refroidissement notable des parties auxquelles il se distribue. D'après Cl. Bernard, l'abaissement de température ne serait pas seulement dû à ce qu'il arrive alors moins de sang dans les vaisseaux, mais surtout à ce que le grand sympathique agirait sur les mutations chimiques qui se passent dans le sein des tissus, et, par suite, sur les phénomènes thermiques qui en sont la conséquence. En excitant par action réflexe le grand sympathique au moyen d'une excitation portée sur certains nerfs sensitifs, on peut en effet observer une diminution de température, coïncidant précisément avec la congestion des parties auxquelles il se distribue.

Pour le physiologiste que nous venons de citer, le grand sympathique est tout à la fois un nerf constricteur des vaisseaux et en même temps un nerf frigorifique. « Il « refroidit les parties qu'il innerve, d'où le nom de nerf frigorifique que nous lui « avons donné; il resserre les vaisseaux et rend les organes pâles et exsangues, « d'où son nom de nerf constricteur, il modère et ralentit le mouvement nutritif et « mérite le nom de *nerf réfrénateur* ».

Quant à la façon d'agir du grand sympathique, il l'explique aujourd'hui par l'action du système nerveux sur les éléments musculaires ou contractiles :

« Lorsque je coupe, dit-il, le sympathique dans le cou et que la calorification « s'accroît dans toute la moitié correspondante de la tête, je pense que les éléments « contractiles des tissus se trouvant relâchés ou paralysés, les mutations élémentai- « res qui résultent des réactions chimiques se trouvent accrues, ainsi que les phéno- « mènes thermiques. Quand je galvanise le bout périphérique du grand sympathique,

« j'admets que les éléments contractiles des tissus entrant en activité, modifiant « en sens inverse les contacts moléculaires dans les tissus, abaissent les mutations « chimiques ainsi que les phénomènes thermiques. » *

§ 5.

RELATIONS DES DIVERSES PARTIES DU SYSTÈME NERVEUX ENTRE ELLES.

Les diverses parties du système nerveux que nous avons précédemment décrites ont été étudiées comme elles le sont habituellement dans les traités d'anatomie, c'est-à-dire sans considérer les rapports qui les unissent entre elles et en leur supposant des divisions, utiles, sans doute, pour faciliter les descriptions, mais qui n'existent pas quand on les envisage au point de vue de leurs fonctions. Il devient donc nécessaire maintenant de porter une vue d'ensemble sur toutes les parties que nous avons étudiées séparément.

Ce n'est que depuis une époque récente que l'on commence à avoir une idée un peu nette des rapports qui unissent les diverses parties dont le système nerveux se compose. Mais malgré les travaux de physiologistes éminents, tels que Stilling, Schrœder van der Kolk, Rouget, Brown Séquart, Cl. Bernard, Kölliker, Vulpian, et surtout Luys, nous sommes sans doute encore bien loin du jour où ce difficile problème de la connexion des diverses parties du système nerveux entre elles sera complétement résolu. Les notions que nous allons exposer sur ce point ne constituent qu'une ébauche, qui exigera peut-être encore bien des siècles de recherches avant de devenir une œuvre complète.

Les éléments nerveux sont, comme nous l'avons dit, constitués par des cellules, appareils générateurs ou récepteurs de l'influx nerveux, reliées entre elles par des fibres, qui ne sont que de simples conducteurs. Au point de vue physiologique, chaque fibre nerveuse doit être considérée comme ne servant qu'à unir les cellules placées à chacune de ses extrémités. L'existence d'une fibre nerveuse

* Cours de médecine expérimentale du Collége de France, 1872.

sans une cellule à chacune de ses extrémités serait aussi inadmissible que celle d'une fibre musculaire sans deux points d'insertion.

Parmi les nerfs, les uns, ainsi que nous l'avons expliqué, transmettent les sensations aux centres nerveux; les autres portent des centres nerveux aux muscles les excitations destinées à les mettre en mouvement. Réunies, le plus souvent, sous une enveloppe commune, les deux espèces de fibres qui entrent dans la composition des nerfs ne se séparent qu'à leurs extrémités, c'est-à-dire d'une part dans les divers organes auxquels ils se distribuent, et de l'autre dans la moelle épinière.

Tous les nerfs naissent de la moelle épinière ou se rendent dans ce centre nerveux. Les nerfs moteurs en sortent par plusieurs racines (racines antérieures) émanées des cellules des parties antéro-latérales de cet axe. Les nerfs sensitifs s'y rendent par des rameaux (racines sensitives) qui se jettent dans les cellules de sa partie postérieure, à l'exception de quelques faisceaux, qui, selon Luys, remonteraient sur les parois latérales de la moelle et iraient directement au cerveau.

Le centre de la moelle épinière est constitué par des cellules, qui se prolongent, comme nous l'avons dit, jusqu'aux parties centrales du cerveau (couche optique et corps strié). Leur ensemble forme ainsi un axe vertical dans lequel aboutissent ou duquel émanent les fibres nerveuses de toutes les parties du corps. Nous verrons, dans notre prochain chapitre, que cet axe tient sous son empire tous les actes automatiques. Son développement est d'autant plus considérable, ainsi que nous l'avons vu, que celui du cerveau, centre des actes volontaires, l'est moins.

De l'axe vertical, constitué par les cellules de la moelle épinière, partent une série de fibres, constituant les cordons blancs de la moelle, qui vont toutes aboutir à une portion centrale du cerveau, nommée *noyau cérébral* par Gratiolet, et constituée par le corps strié et les couches optiques. Le premier recevrait, suivant Luys, les fibres motrices; le second, les fibres sensorielles. Ce noyau central, véritable point de convergence de toutes les fibres nerveuses qui aboutissent à la moelle ou qui en partent, reçoit éga-

lement les fibres nerveuses venues de la couche corticale du cerveau et du cervelet.

Réduit à sa plus simple expression, le cerveau, centre commun auquel, ainsi que nous venons de le dire, aboutissent toutes les fibres nerveuses, peut être considéré comme composé de deux demi-sphères, accolées par une partie médiane, au centre de laquelle se

Fig. 283. — *Dessin schématique montrant la disposition des cellules et des fibres cérébrales.*

trouvent les couches optiques et le corps strié. Ces hémisphères sont recouverts d'une couche d'innombrables cellules intimement unies entre elles, qui constituent la substance grise du cerveau et sont le foyer des perceptions conscientes et de tous les phénomènes intellectuels. Ces cellules sont réunies à celles du noyau cérébral (couches optiques et corps strié) par des milliers de fibres

nerveuses, qui se dirigent vers ce dernier comme les rayons partis de la périphérie d'une roue se dirigent vers son centre. C'est l'ensemble de ces fibres qui constitue la substance blanche cérébrale, bien plus abondante, comme nous le savons, que la substance grise.

D'après M. Luys, toutes les fibres qui se dirigent de la superficie du cerveau vers les couches optiques n'y pénètreraient pas. Quelques-unes, arrivées à leur surface, se réfléchiraient sur elles-mêmes après s'y être accolées et iraient se distribuer à la substance grise du corps strié. En raison, du reste, de la situation du corps strié relativement aux couches optiques, toutes les fibres qui arrivent à ces dernières ont forcément contracté des rapports intimes avec le corps strié.

De chacun des points des hémisphères cérébraux partent des fibres qui se portent à l'hémisphère opposé et relient ainsi les cellules d'un côté du cerveau à celles de l'autre. Ces fibres, justement nommées *commissurantes*, se présentent sous l'aspect de fibres transversales en forme d'arc, plongeant par chacune de leurs extrémités dans les régions de substance grise de chaque hémisphère. C'est leur partie médiane qui constitue le corps calleux.

Les fibres commissurantes sont d'abord réunies aux fibres qui convergent vers les couches optiques. Mais leur destination n'étant pas la même, puisque les unes doivent gagner l'hémisphère opposé, alors que les autres se rendent au centre du cerveau, elles se séparent bientôt, et ce serait précisément de leur dissociation que résulteraient, suivant Luys, les cavités auxquelles on a donné le nom de *ventricules latéraux*.

Quant au cervelet, il semble constituer un appareil de renforcement annexé au cerveau et à la moelle épinière, avec lesquels il n'est en relation que par ses pédoncules. De même que le cerveau il contient à son centre, comme nous l'avons vu précédemment, un noyau de substance grise, relié par des fibres aux cellules de sa partie corticale. De ce noyau, qui est aux fibres du cervelet ce que la couche optique est aux fibres du cerveau, partent d'autres fibres, qui constituent les pédoncules et relient ainsi le cervelet à la substance grise de l'axe cérébro-spinal.

Les connaissances que nous venons d'exposer dans ce chapitre sur la structure des éléments nerveux et les rapports des organes que ces éléments constituent par leur réunion, vont nous permettre de pouvoir aborder actuellement l'étude des propriétés de ces diverses parties et celle des importantes fonctions qui leur sont dévolues.

CHAPITRE VI.

PROPRIÉTÉS ET FONCTIONS DES ÉLÉMENTS ET DES DIVERSES PARTIES DU SYSTÈME NERVEUX.

§ 1. *Propriétés et fonctions des cellules nerveuses.* — Propriétés particulières aux cellules nerveuses. — Transformation des impressions sensitives en excitations motrices. — Division des cellules nerveuses en cellules sensitives et en cellules motrices. — Conditions de l'existence des cellules nerveuses. — Nature de la force nerveuse. — Origine des courants électriques qui parcourent le système nerveux. — Leur disparition pendant le fonctionnement des nerfs. — Action de divers agents physiques ou chimiques sur les propriétés des cellules nerveuses. — Action de l'électricité, du curare, des anesthésiques, etc. — Expériences nouvelles sur l'anesthésie des cellules nerveuses. — § 2. *Propriétés et fonctions des fibres nerveuses et des nerfs.* — Distinction des nerfs en nerfs moteurs et en nerfs sensitifs. — Propriété des tubes nerveux de conduire indifféremment des impressions ou des excitations. — Transmission des impressions et des excitations dans les nerfs. — Centres de nutrition des nerfs. — Fonctions des différents nerfs crâniens, rachidiens et du grand sympathique. — Rôle de la sensibilité dans l'organisme. — Elle proportionne l'excitation envoyée aux nerfs moteurs à l'effort que les muscles doivent accomplir. — Explication de l'influence exercée par le moral sur le physique. — § 3. *Propriétés et fonctions de la moelle épinière.* — Son rôle comme agent conducteur et comme centre nerveux. — Fonction de la substance grise de la moelle comme centre des actes inconscients. — Étude des phénomènes réflexes. — Phénomènes réflexes consécutifs à des impressions optiques, acoustiques, gustatives, etc. — Phénomènes sympathiques. — Centres réflexes. — § 4. *Propriétés et fonctions du cerveau et du cervelet.* — Fonctions de la couche corticale. — Fonctions des couches optiques, des fibres commissurantes, du cervelet, etc. — Rapports existant entre la forme du cerveau et les facultés intellectuelles. — Formes diverses du crâne chez les races humaines et chez les individus d'une même race. — Influence de l'éducation sur le développement de la partie antérieure du cerveau. — Angle facial. — Division des races humaines basée sur la forme du crâne. — La phrénologie au point de vue scientifique. — Résumé de nos connaissances sur les fonctions du cerveau.

Les diverses parties qui constituent le système nerveux sont, comme nous venons de le voir, composées de cellules réunies par des fibres. La réunion de plusieurs cellules constitue la substance grise qui enveloppe le cerveau et que l'on trouve au centre de la moelle épinière. La réunion de plusieurs fibres forme les nerfs, la masse intérieure du cerveau et les cordons de la moelle épinière. Ayant étudié la structure de ces diverses parties, il nous reste maintenant à en décrire les propriétés et les fonctions.

§ 1er.

PROPRIÉTÉS ET FONCTIONS DES CELLULES NERVEUSES.

Propriétés générales et spéciales des cellules nerveuses. Les cellules nerveuses que nous avons décrites dans le précédent chapitre ont des propriétés communes à toutes les cellules et des propriétés qui leur sont spéciales. Leur rôle commun avec tous les éléments anatomiques est d'emprunter sans cesse au milieu où elles sont plongées, c'est-à-dire au sang, des matériaux nouveaux et de rejeter dans le même milieu les matériaux usés par leur activité. Assimiler et désassimiler sans cesse est, comme nous l'avons vu, pour tous les éléments vivants la condition fondamentale de leur existence.

La propriété spéciale des cellules nerveuses est de transformer les impressions reçues par les sens, et qui leur sont transmises par les nerfs, en excitations que d'autres nerfs conduisent aux muscles et qui produisent leur contraction. C'est cette propriété, dite *excito-motrice* des cellules nerveuses, qui constitue la force désignée sous le nom d'*agent nerveux*, d'*influx nerveux*, etc. Comme toutes les forces de l'organisme, elle prend sa source dans les matériaux que le sang contient, et lorsqu'elle s'est manifestée, elle exige pour pouvoir se manifester de nouveau un temps de repos de l'organe plus ou moins long.

Les impressions que les nerfs en relation avec les sens apportent aux cellules peuvent être conservées un temps fort long et transmises par hérédité aux cellules qui les remplacent lorsque le temps de leur éphémère existence est passé. Sans cette propriété importante on n'observerait pas le phénomène nommé *mémoire*, qui constitue la base de toutes nos connaissances et sans lequel l'être vivant, quelles que soient ses aptitudes, resterait sa vie entière ce qu'il était le jour de sa naissance.

La physiologie moderne a prouvé, comme nous le verrons plus loin, que les nerfs devaient être divisés en *nerfs sensitifs* conduisant les impressions et *nerfs moteurs* conduisant les excitations qui produisent les mouvements; mais comme les nerfs ne sont que de

simples conducteurs et que l'expérience démontre qu'on peut à volonté leur faire transmettre indifféremment des impressions sensitives ou des excitations motrices, il est évident que la propriété de percevoir des impressions et celle d'envoyer aux muscles l'excitation dont ils ont besoin pour se mouvoir résident uniquement dans les cellules.

Il y a donc des *cellules sensitives,* destinées à recevoir les impressions des sens, et des *cellules motrices*, dont les fonctions sont de transformer ces impressions en excitations. Les nerfs qui transmettent ces impressions et ces excitations sont, à l'égard des cellules, ce que sont les fils télégraphiques relativement à la pile destinée à engendrer le courant qu'ils conduisent.

La présence du sang est pour les cellules nerveuses, comme, du reste, pour les éléments de tous les tissus, la condition première de leur existence. Lorsqu'on empêche le sang d'y arriver elles cessent bientôt de vivre.

Quand on pratique la ligature de l'artère principale d'un membre on voit bientôt le mouvement et la sensibilité disparaître dans ce membre, bien que les cellules des centres nerveux ne puissent évidemment être influencées par la ligature. Mais, ainsi que nous l'exposerons plus longuement, du reste, dans le chapitre suivant, le système nerveux n'a qu'une influence indirecte sur les divers tissus. En liant les vaisseaux qui vont à l'estomac on empêche cet organe d'accomplir sa fonction, qui est de sécréter du suc gastrique, parce qu'on prive ses éléments de la présence du sang, milieu indispensable à toute sécrétion. Lorsqu'on lie l'artère d'un muscle, il cesse également de remplir sa fonction, qui est de se contracter, parce qu'on prive, comme dans le cas précédent, ses éléments de la présence du sang, milieu où ils puisent les matériaux nécessaires à la dépense de forces produite par les contractions. Ne pouvant plus fonctionner, le muscle est, en réalité, momentanément mort, et, par suite, impuissant, non-seulement à se contracter sous l'influence de la volonté, mais encore à agir sur les nerfs sensitifs pour produire sur eux les modifications destinées à déterminer une impression dans les cellules nerveuses avec lesquelles ils communiquent. Ces cellules restent vivantes, elles sont aptes à percevoir

des impressions et à envoyer des excitations; mais elles ne reçoivent plus d'impressions, et les excitations qu'elles pourraient envoyer seraient aussi inutiles que le courant électrique qui traverserait un appareil télégraphique dont le mécanisme serait brisé.

Nature de la force nerveuse. Cette excitation motrice que les cellules nerveuses engendrent et transmettent aux muscles par les nerfs, lorsqu'elles ont reçu une impression, est une force spéciale très-analogue à l'électricité, sans doute, mais qui ne peut plus être considérée aujourd'hui comme l'électricité elle-même, ainsi qu'elle le fut d'abord après les travaux de Galvani. L'électricité qui, sous forme de courant, parcourt incessamment les nerfs, semble simplement le résultat d'actions chimiques dues au travail nutritif et qui, comme toutes les actions chimiques, sont accompagnées d'un dégagement de courant électrique. C'est un phénomène parallèle aux manifestations nerveuses, mais sans relations avec elles.

D'après les expériences de Longet et Matteuci, on ne peut constater l'existence d'aucun courant électrique dans les nerfs intacts. Ce n'est qu'en opérant, comme nous l'avons dit pour les muscles, c'est-à-dire en mettant en rapport les fils du galvanomètre, l'un avec la surface extérieure des nerfs, l'autre avec leur surface intérieure mise à nu par une section, qu'on observe la production d'un courant. Ce courant va de la surface des nerfs à leur intérieur et se comporte comme si les fibres nerveuses étaient composées de deux éléments d'une pile emboîtés, la gaîne étant positive et la partie centrale négative.

Les courants électriques qui sillonnent les nerfs les sillonnent fort lentement, car ces organes sont, comme toutes les matières animales, très-mauvais conducteurs de l'électricité. Ils ne la conduisent pas mieux, en effet, qu'un fil de coton imbibé d'eau salée, c'est-à-dire des millions de fois moins qu'un fil métallique.

Lorsqu'on fait fonctionner un nerf, dont les surfaces interne et externe sont en rapport avec les fils d'un galvanomètre, comme nous venons de l'indiquer, on constate qu'aussitôt que le nerf fonctionne, l'aiguille de l'instrument qui était plus ou moins déviée se rapproche du zéro, ce qui prouve que la production du courant

tend à s'arrêter. Ce phénomène, auquel on a donné le nom d'*oscillation négative*, tient sans doute à ce que les métamorphoses nutritives, s'arrêtant dans les éléments lorsqu'ils fonctionnent, la production d'électricité consécutive à ces métamorphoses cesse avec elles. Je crois cette hypothèse plus rationnelle que celle qui admet la transformation de l'électricité des nerfs en chaleur pendant leur fonctionnement. Schiff a prouvé, sans doute, que quand les centres nerveux fonctionnent davantage, ils produisent un dégagement de chaleur; mais ce dégagement peut recevoir une explication fort différente. On peut admettre notamment qu'il tient simplement à l'activité plus grande de la circulation autour des éléments nerveux.

La vitesse de propagation de la force nerveuse, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle l'ordre parti d'un centre nerveux arrive aux muscles qui doivent entrer en mouvement, n'est que de 30 mètres par seconde. Elle est, comme on le voit, infiniment inférieure à celle de l'électricité; mais en indiquant comment on est arrivé à la mesurer, nous avons fait remarquer (p. 480) que ce n'est pas de cette différence de vitesse entre la propagation de l'agent nerveux et celle de l'électricité qu'on pouvait conclure à la différence de nature de ces deux forces, puisque dans certaines conditions la marche de la dernière peut être aussi lente que celle de la première.

Action de divers agents physiques et chimiques sur les propriétés des cellules nerveuses. Un grand nombre d'agents physiques ou chimiques, le froid, la chaleur, l'électricité, divers réactifs, etc., ont la propriété d'agir sur les cellules nerveuses et d'accroître ou de ralentir leur action, c'est-à-dire leur aptitude à recevoir des impressions sensitives et à engendrer des excitations motrices. Nous rapportons ces phénomènes aux cellules au lieu de les rapporter aux nerfs, comme on le fait généralement dans les ouvrages de physiologie, parce que les nerfs ne sont, ainsi que nous l'avons déjà plusieurs fois répété, que de simples conducteurs d'impressions ou d'excitations. Sans doute ils ont leurs propriétés spéciales, indépendantes des centres nerveux, puisqu'elles subsistent

après leur séparation de ces centres. Mais ces propriétés consistent surtout à transmettre aux cellules les impressions des organes des sens et aux muscles les excitations parties des cellules ou, si leur communication avec ces dernières n'existe plus, d'une source artificielle, comme une pile électrique ou un excitant quelconque.

Des divers stimulants susceptibles d'agir sur les cellules nerveuses, l'électricité semble le plus puissant*.

Les divers anesthésiques, tels que l'éther, le chloroforme, etc., paralysent l'aptitude des cellules nerveuses à recevoir des sensations et à produire des excitations motrices ; mais je crois, d'après mes expériences et contrairement à l'opinion généralement reçue,

* **Action de l'électricité sur le système nerveux.** La puissance de l'électricité comme agent stimulant du système nerveux, la fait souvent utiliser en thérapeutique. Son emploi est également très-précieux en physiologie, parce qu'elle agit encore après que tous les autres excitants ont cessé d'agir et qu'elle permet de distinguer immédiatement un nerf moteur d'avec un nerf sensitif. En faisant passer un courant dans le bout périphérique d'un nerf coupé, on obtient, en effet, des contractions dans les parties auxquelles il se distribue, s'il est moteur, mais aucun mouvement ne se produit s'il est sensitif.

Dans les *piles*, le courant électrique va du pôle positif au pôle négatif. On dit qu'il est *direct* ou *descendant*, quand il va du centre nerveux à la périphérie du corps, c'est-à-dire quand le pôle positif est plus près du centre nerveux que le pôle négatif. Il est dit *inverse* ou *ascendant*, quand il va des extrémités du corps au centre nerveux, c'est-à-dire quand le pôle négatif est plus près du centre nerveux que le pôle positif.

C'est au commencement du passage du courant et à son interruption que les contractions musculaires se manifestent. Quand les réophores restent en place et que le circuit est fermé, on n'observe pas de mouvements, à moins que le courant ne soit irrégulier, auquel cas des variations très-légères dans son intensité réveillent des secousses convulsives ; mais bien qu'un courant continu ne provoque plus de contractions peu de temps après son passage, il est cependant certain qu'il modifie l'excitabilité nerveuse. D'après Matteuci, le courant direct continu affaiblirait et détruirait rapidement l'excitabilité des nerfs moteurs, le courant inverse continu l'exalterait au contraire. Suivant Du Bois Reymond, un nerf moteur ne peut être excité que par les variations du courant, tandis que le nerf sensitif réagit encore pendant la durée d'un courant constant. Quant au muscle dans lequel se distribue le nerf que parcourt un courant, il reste contracté d'une façon permanente aussi longtemps que le courant le traverse.

Quand, sous l'influence du courant continu ou intermittent, un nerf a perdu son excitabilité, on peut la faire renaître au moyen d'un courant dirigé en sens contraire de celui qui l'avait détruite.

Sur les nerfs des organes des sens, les excitations électriques ne déterminent, comme nous l'avons vu, que des sensations en harmonie avec les fonctions dévolues à chacun d'eux; les excitations du nerf optique produisent une sensation lumineuse, celles du nerf acoustique, une sensation de bruit, etc.

que l'aptitude à produire des excitations motrices peut être paralysée bien avant la sensibilité. Dans l'anesthésie, sauf quand le sommeil est très-profond, le sujet endormi peut sentir parfaitement, mais être impuissant à traduire ses sensations par des mouvements. Si, au réveil, il dit le plus souvent n'avoir pas souffert, c'est que ce qui s'est passé dans son sommeil n'a pas plus de retentissement pour lui qu'un rêve habituel et, comme le rêve, est généralement oublié au réveil. *

Certaines substances, telles que le curare, agissent uniquement sur les éléments moteurs des cellules nerveuses, en respectant leurs éléments sensitifs. Soumis à l'action de cette substance, l'animal perd la faculté d'exécuter aucun mouvement, bien qu'il reste parfaitement sensible aux irritations qu'on lui fait subir. C'est avec le curare que les Indiens empoisonnent leurs flèches; l'animal piqué avec un instrument trempé dans ce poison se couche, tombe dans un assoupissement profond, et meurt bientôt sans manifester aucune douleur.

Pour démontrer que le curare abolit la motilité sans abolir la sensibilité, Cl. Bernard procède de la façon suivante : Après avoir

* **Expériences sur l'anesthésie des cellules nerveuses.** Les expériences qui m'ont fait admettre que le pouvoir excito-moteur des cellules nerveuses et, par suite, la possibilité d'exécuter des mouvements volontaires, peuvent être paralysés par les anesthésiques avant que leur faculté de percevoir des impressions soit atteinte, sont assez nombreuses. Je choisis parmi elles les deux suivantes :

La première fut faite sur moi pendant une opération assez compliquée sur les racines d'une dent située au fond de la bouche et pour laquelle je me fis endormir avec du chloroforme. Malgré mon attention, la première partie de l'opération passa inaperçue ou du moins je n'en conservai aucun souvenir; mais la fin de l'opération, qui ne précéda que de quelques secondes le moment du réveil, fut très-douloureuse. Le dentiste, croyant opérer sur un sujet parfaitement insensible, ne se pressait nullement, et malgré tous mes efforts pour lui faire signe d'aller plus vite, il m'était impossible d'exécuter le moindre geste. La sensation éprouvée avait bien été réelle et non imaginaire, car en me réveillant je décrivis parfaitement à l'opérateur la façon dont il avait terminé son opération. Comme seconde expérience, je citerai une opération (ouverture d'un kyste synovial du poignet) pratiquée par M. Broca sur une jeune femme que j'avais endormie avec du protoxyde d'azote, anesthésique sur lequel je venais alors d'appeler l'attention. L'opération ne détermina aucun mouvement chez la malade; cependant, à son réveil, elle nous raconta avoir entendu le chirurgien dire après l'avoir pincée fortement: «la sensibilité a disparu»; mais, malgré tous ses efforts pour exprimer par des mouvements qu'elle n'avait nullement perdu le sentiment, il lui fut impossible de le faire.

lié sur une grenouille les vaisseaux qui portent le sang, et avec lui le poison aux membres inférieurs, il introduit du curare sous la peau du dos, et bientôt après il observe qu'alors que les pattes antérieures ne peuvent se mouvoir, quelque violents que soient les excitants qu'on y applique, les pattes postérieures, qui n'ont pas reçu le poison, peuvent au contraire exécuter des mouvements volontaires. Vulpian pense que le curare agit sur la plaque terminale qui, d'après Rouget, met les nerfs moteurs en relation avec les fibrilles musculaires. Par suite, ce ne serait pas la propriété excito-motrice des cellules qui serait paralysée, mais seulement la propagation aux fibrilles musculaires de l'excitation que les nerfs sont chargés de leur transmettre. Ce qui semble bien prouver, du reste, d'après Cl. Bernard, que dans l'empoisonnement par le curare le nerf moteur est empoisonné par son extrémité périphérique, c'est que, dans l'expérience précédente, les nerfs des membres où le sang n'arrive pas ne sont pas empoisonnés, bien que par leur extrémité centrale dans la moelle ils puissent être en contact avec le curare.

Si on pratique sur un animal curarisé la respiration artificielle pendant une période de temps suffisante pour que l'élimination du poison par les voies naturelles se fasse, il échappe à la mort qui, sans cette opération, se produit rapidement.

D'autres substances que le curare, comme la nicotine, la conicine, l'iodure de tétramethylamonium, etc., jouissent comme lui du pouvoir d'abolir les propriétés excito-motrices des éléments nerveux ou au moins d'empêcher la propagation de cette excitation, mais, pas plus que le curare, elles n'agissent sur la contractilité musculaire elle-même qui continue à se manifester sous l'influence d'excitants convenables.

Je serais assez porté à croire, d'après quelques observations, que le venin des serpents doit agir comme le curare. Ce serait un point intéressant à vérifier, car alors, en pratiquant la respiration artificielle sur les individus mordus, on pourrait sans doute les soustraire à la mort. Certains serpents de l'Inde, dont le venin est fatalement mortel, font annuellement périr plusieurs milliers de personnes par leurs morsures.

Bien d'autres substances, telles que le thé, l'alcool, le café, le haschich, etc., etc., ont une action spéciale, les unes sur les cellules nerveuses sensitives, les autres sur les cellules motrices; mais cette action est trop variable suivant les milieux et le tempérament pour que nous puissions facilement nous en rendre un compte exact.*

Les diverses substances que nous avons précédemment énumérées n'agissent sur les éléments nerveux que lorsqu'elles se trouvent en leur présence, c'est-à-dire quand elles y ont été apportées par le sang. Quand la circulation est arrêtée, les éléments toxiques ne peuvent plus arriver aux centres nerveux et, par conséquent, n'agissent plus sur eux. C'est donc avec raison qu'on entoure d'une ligature le membre mordu par un chien enragé ou un serpent dangereux et qu'on détruit le virus sur place au moyen de caustiques.

§ 2.

PROPRIÉTÉS ET FONCTIONS DES FIBRES NERVEUSES ET DES NERFS.

Distinction des nerfs en nerfs moteurs et en nerfs sensitifs. Les nerfs sont uniquement constitués, comme nous l'avons vu, par la réunion de fibres nerveuses, qui sont de simples conducteurs reliant les cellules. Parmi eux, les uns conduisent seulement les impressions sensitives; les autres les excitations motrices. Les premiers ont reçu le nom de nerfs *sensitifs*, les autres le nom de nerfs *moteurs*.

Cette distinction des propriétés différentes des nerfs fut faite au commencement de ce siècle par le physiologiste anglais Ch. Bell. Mais bien avant lui, et même depuis l'antiquité la plus reculée, on savait que certaines parties du corps peuvent conserver le pouvoir de faire des mouvements et perdre la sensibilité, ou récipro-

* Un publiciste distingué, M. Rambosson, a fait sur ce sujet quelques expériences intéressantes qui seront consignées, nous écrit-il, dans un important travail qu'il prépare. Plusieurs littérateurs, Brillat-Savarin, Balzac, Ch. Baudelaire, etc., ont fait également, sur l'action de divers excitants sur le système nerveux, des observations souvent fort curieuses et qui pourraient être utilisées par les physiologistes.

quement garder leur sensibilité, mais perdre la faculté de se mouvoir, et on en concluait, du reste sans preuve expérimentale aucune, qu'il devait y avoir deux espèces d'organes nerveux, présidant, les uns aux sentiments, les autres aux mouvements. Galien, qui admettait l'existence de ces deux sortes de nerfs, en admettait aussi d'une troisième espèce, possédant à la fois des propriétés sensitives et motrices, et il les considérait comme ayant une origine différente.

Ce fut en coupant alternativement les racines antérieures, puis les racines postérieures des nerfs rachidiens, et en étudiant les effets consécutifs à ces opérations, que Bell reconnut les propriétés différentes dont ces racines sont douées. Il vit que la section des premières faisait perdre aux muscles auxquels se distribuent les nerfs qui en émanent la propriété de se mouvoir sous l'influence de la volonté, tandis que la section des secondes faisait perdre à ces mêmes parties leur sensibilité. Le membre dont le nerf moteur a perdu ses connexions avec la moelle épinière conserve toute sa sensibilité, mais quels que soient les excitants qu'on applique sur lui, quelle que soit la douleur qu'il éprouve, il est incapable de faire le moindre mouvement pour s'y soustraire. Inversement le membre privé de l'influence de son nerf sensitif conserve la propriété de se mouvoir, mais il reste absolument insensible aux irritations qu'on lui fait subir.

Les expériences qui mettent ces faits en évidence sont faciles à répéter. Que l'on coupe, comme l'a fait Muller, sur une même grenouille, du côté gauche les trois racines postérieures, et du côté droit les trois racines antérieures des nerfs destinés aux pattes de derrière, et l'on observera que le sentiment sera aboli dans la patte gauche et le mouvement dans la patte droite.

Des expériences analogues réussissent également sur de grands animaux, comme les chevaux et les chiens, par exemple. Si, après avoir mis la moelle à nu, on irrite avec un scalpel une racine postérieure, c'est-à-dire sensitive d'un nerf, l'animal accuse par ses cris et ses mouvements une vive douleur. Si on excite une racine antérieure, c'est-à-dire motrice, l'animal ne manifeste aucune souffrance, mais on observe dans les muscles auxquels se distri-

buent les nerfs correspondant au nerf irrité une secousse convulsive.

La séparation anatomique des nerfs en deux faisceaux, correspondant, l'un à la sensibilité, l'autre au mouvement, ne se prolonge généralement pas loin, ainsi que nous l'avons vu dans le précédent chapitre. Pour les nerfs rachidiens, les racines, au sortir de la moelle, s'unissent bientôt en un tronc mixte, sous une enveloppe commune, et il en résulte que chaque tronc rachidien possède ainsi des caractères propres à l'une et à l'autre racine ; aussi en les excitant produit-on en même temps, dans les parties où ils se distribuent, de la sensibilité et des mouvements. Il n'y a que les nerfs crâniens dont les fibres nerveuses et motrices soient pour la plupart complétement séparées dans leur trajet.

L'observation ayant prouvé qu'il y avait des nerfs spéciaux pour conduire les sensations et des nerfs spéciaux pour conduire les excitations qui produisent les mouvements, on crut d'abord pouvoir en conclure qu'il y avait une différence profonde entre les deux classes de nerfs et qu'un nerf moteur devait avoir des propriétés tout à fait différentes de celles d'un nerf sensitif. Mais les expériences de Flourens, Vulpian, etc., ont démontré, contrairement aux anciennes théories de Gluge, Thiernesse, etc., qu'il n'en est rien, et que leurs propriétés ne dépendent pas de leur constitution, mais uniquement de leurs connexions. En réunissant ensemble deux nerfs de fonctions différentes, on reconnaît que les excitations communiquées à l'un sont parfaitement transmises par l'autre. En coupant, par exemple, chez un chien le nerf hypoglosse, nerf moteur de la langue, et le lingual, nerf sensitif, puis en réunissant le bout périphérique du premier avec le bout central du second, on observe, lorsque les deux nerfs se sont complétement soudés, que l'excitation du bout central du lingual détermine des mouvements dans la langue, ce qui aurait été impossible avant l'opération. Le nerf lingual, qui était d'abord un nerf sensitif, s'est ainsi, par suite de ses relations nouvelles, transformé en nerf moteur.

La propriété conductrice des tubes nerveux est donc identique pour les nerfs sensitifs et pour les nerfs moteurs. Les attributions différentes qu'ils remplissent tiennent uniquement à ce que leurs

extrémités sont en connexion avec des parties différentes. Un nerf quelconque peut conduire indifféremment des excitations motrices ou des impressions sensitives, absolument comme un fil métallique conduira indifféremment des vibrations sonores, électriques, calorifiques, etc.

Transmission des impressions et des excitations dans les nerfs. L'excitation portée en un point quelconque d'un nerf chemine dans toute son étendue et a pour conséquence un mouvement dans le nerf moteur et une impression ou une douleur dans le nerf sensitif. En comprimant le nerf cubital en un point quelconque de son trajet, derrière le coude, par exemple, on produit une douleur toujours rapportée par le sujet à l'extrémité terminale du nerf du petit doigt.

La propagation des excitations dans les nerfs se fait dans des sens différents pour les nerfs sensitifs et pour les nerfs moteurs. Dans les premiers elle est centripète, c'est-à-dire va des organes aux centres nerveux; dans les seconds, elle est, au contraire, centrifuge, c'est-à-dire va des centres nerveux vers les organes. Si on coupe dans leur partie moyenne les racines postérieures, c'est-à-dire sensitives d'un tronc nerveux, et qu'on irrite le bout séparé du tronc, l'animal ne manifeste aucune douleur, tandis qu'il témoigne, au contraire, de vives souffrances si on irrite le bout resté en connexion avec la moelle. Si nous répétons maintenant la même expérience sur des racines antérieures, c'est-à-dire motrices, nous observerons des résultats précisément contraires. L'irritation du bout séparé de la moelle produira des mouvements dans les muscles auxquels se distribuent les nerfs en relation avec les racines séparées, tandis que l'irritation du bout adhérent à la moelle restera sans effet.

Les tubes nerveux dont se composent les nerfs sont des conducteurs qui, bien que réunis sous une enveloppe commune, semblent parfaitement isolés et destinés à agir séparément. Si l'on coupe un tronc nerveux et que l'on isole quelques-unes des fibres qui le constituent, l'irritation de ces fibres ne fait apparaître des contractions que dans un petit nombre de muscles ou dans quelques

fibrilles des muscles auxquels le nerf se distribue. Leur indépendance d'action est diminuée du reste par ce fait, qu'un même nerf se distribue à des muscles antagonistes. On sait aussi que la volonté peut, dans certains muscles, comme ceux des doigts, animés par le même nerf, faire exécuter des mouvements partiels; elle agit sur la fibre nécessaire de même que le doigt sur la touche d'un piano; mais comme les fibres sont très-rapprochées, elles peuvent souvent être simultanément affectées, absolument comme cela arriverait si les touches d'un piano étant très-étroites, le doigt en frappait plusieurs à la fois. C'est sans doute pour cette raison que les mouvements de certains muscles, ceux de la face, par exemple, se produisent difficilement d'une façon isolée.

Centre de nutrition des nerfs. Lorsque les nerfs ont été coupés, leur propriété conductrice s'éteint graduellement et finit au bout de quelques jours par disparaître. Quand on coupe la racine motrice d'un nerf, le bout périphérique du nerf s'altère, mais le bout central, c'est-à-dire celui qui est en relation avec le centre nerveux, ne subit aucune modification. Si la division porte sur une racine sensitive, on voit au contraire le bout central s'altérer et le bout périphérique rester intact. Il semble rationnel dès lors de supposer que les parties qui se trouvent du côté du nerf non altéré exercent une influence plus ou moins profonde sur sa nutrition. D'après Wâller, les nerfs moteurs de l'axe rachidien auraient leur centre de nutrition dans les cellules de la moelle et les nerfs sensitifs dans les cellules des ganglions rachidiens.

La dégénérescence, ou au moins la modification des nerfs consécutive à leur section est bientôt suivie de leur régénération. La myéline qui était devenue opaque et s'était segmentée se reproduit; la gaîne de Schwann qui s'était plissée et rétractée reprend son calibre; les filaments qui s'étaient atrophiés reparaissent. Pour que cette régénération ait lieu, il n'est même pas nécessaire que les deux bouts des nerfs coupés soient mis en contact; séparés par des intervalles de 2 à 3 centimètres, ils se réunissent bientôt et reprennent leurs fonctions. Le fait a été plusieurs fois observé sur les animaux et sur l'homme.

Fonctions des divers nerfs crâniens, rachidiens et du grand sympathique. Les fonctions des différents nerfs étant intimement liées à leur distribution anatomique, nous avons dû examiner le rôle de chacun d'eux en indiquant les parties dans lesquelles ils se ramifient. Nous renvoyons donc le lecteur au chapitre précédent pour ce qui concerne les fonctions des douze nerfs crâniens, des trente-une paires rachidiennes et des nerfs du grand sympathique.

Les différents nerfs décrits jusqu'ici ont tous pour fonction de transmettre des impressions ou des excitations motrices. Existe-t-il en outre des nerfs qui auraient une action directe sur les sécrétions et la nutrition, ou l'influence incontestable du système nerveux sur ces fonctions tient-elle uniquement à l'action des nerfs moteurs sur les muscles des vaisseaux, c'est-à-dire à ce que, en raison du plus ou moins de contraction de ces muscles, les capillaires sont plus ou moins dilatés et apportent par suite une proportion variable de sang aux organes? C'est là un point sur lequel la science n'est pas encore suffisamment fixée. Mais quel que soit le rôle du système nerveux sur la nutrition, la respiration, la circulation et toutes les fonctions, ce rôle, bien qu'indirect, comme nous le verrons dans un prochain chapitre, est considérable. Nous avons indiqué quels troubles profonds amenait dans la nutrition la lésion de certains nerfs, tels que le trijumeau, par exemple. Longet a vu, plusieurs mois après la résection du nerf sciatique chez des chiens, les pattes perdre leurs poils et leurs griffes, se couvrir de plaques gangréneuses, et les muscles éprouver un commencement de dégénérescence graisseuse.

Rôle de la sensibilité dans l'organisme. L'expérience démontre que ce sont surtout les altérations portant sur les nerfs sensitifs qui ont pour résultat des modifications plus ou moins profondes de la nutrition, que ces nerfs agissent directement sur elle ou qu'ils soient simplement en relation avec les vaso-moteurs qui régularisent le cours du sang dans les vaisseaux.

La sensibilité, c'est-à-dire la propriété qu'ont les cellules nerveuses de recevoir des impressions par l'intermédiaire des nerfs,

joue un rôle immense dans tous les actes de l'organisme. « Elle préside, dit Claude Bernard, aux phénomènes de la vie de relation, et dans le domaine de la vie organique elle provoque l'activité du grand sympathique et donne ainsi le signal qui accélère ou ralentit le mouvement de la nutrition. »

C'est à la sensibilité qu'est due en grande partie la coordination des mouvements volontaires. La condition essentielle de leur harmonie est dans la sensation de leur accomplissement ; un individu a-t-il perdu la sensation des mouvements exécutés par ses membres, ces mouvements deviennent irréguliers. Il suffit de couper à un animal les racines sensitives des nerfs d'un membre, c'est-à-dire de supprimer chez lui les sensations correspondantes à ces nerfs, pour rendre les mouvements de ce membre incertains. On sait combien sont irréguliers les mouvements dans l'ataxie locomotrice progressive, affection anatomiquement caractérisée par la dégénérescence des régions sensitives de la moelle.

La sensibilité semble agir sur le système nerveux central de façon à l'avertir de l'état des organes et l'obliger ainsi à régler son action d'après cet état. Si, quand nous saisissons un objet ou que nous posons le pied sur le sol, les centres nerveux n'étaient pas prévenus par la sensibilité, ils ne sauraient pas envoyer aux muscles une excitation proportionnelle à l'effort qu'ils doivent accomplir. La main laisserait tomber l'objet qu'elle aurait saisi ou le serrerait outre mesure, la jambe raserait le sol en heurtant les obstacles ou serait lancée beaucoup trop haut, comme cela arrive aux individus atteints d'ataxie locomotrice. Si une irritation quelconque venait frapper le membre, il ne ferait aucun effort pour s'y soustraire et subirait son action, ce qui nous montre en passant l'utilité de la douleur.

Il en est sans doute de même pour les organes soustraits à l'action de la volonté, tels que ceux de la circulation, de la nutrition, etc. Ce n'est que grâce à leur sensibilité que les centres nerveux ont notion de l'état de ces organes et qu'ils peuvent proportionner à cet état l'action qu'ils exercent sur eux, ralentir ou favoriser l'arrivée du sang, exciter ou modérer les contractions, etc.

« Les excitations morales sont, au point de vue physiologique,

dit avec raison Cl. Bernard, des phénomènes de sensibilité. Elles réagissent sur l'organisme de la même manière que les stimulations de la douleur ou des sensations spéciales. Le sentiment de la peur agit comme une impression douloureuse. La colère comme la honte a pour première conséquence une action sur la pupille, sur les vaisseaux et sur le cœur. La réaction du moral sur le physique, longtemps considérée comme inexplicable, n'est qu'un phénomène physiologique. La douleur physique retentit sur l'économie comme l'excitation mécanique douloureuse d'un nerf. Comme celle-ci, elle a toujours le grand sympathique pour instrument de son action et elle peut entraîner par le même mécanisme des troubles de la nutrition, des lésions organiques et des maladies les plus variées. »

§ 3.

PROPRIÉTÉS ET FONCTIONS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Double rôle de la moelle épinière. La moelle épinière peut être physiologiquement considérée comme composée de deux parties absolument distinctes, l'une formée de fibres nerveuses servan d'intermédiaire entre l'encéphale et les nerfs, l'autre représentée par la colonne de cellules qui forme son axe et constitue un centre nerveux dont les fonctions sont aussi étendues que celles du cerveau. Ces deux parties sont aussi différentes par leurs propriétés que par leur structure.

Fonctions de la moelle épinière comme organe conducteur. Lorsque la physiologie fut parvenue à établir la distinction qui existe entre les nerfs moteurs et les nerfs sensitifs, on fut naturellement conduit à se demander s'il n'existerait pas aussi dans la moelle des parties distinctes pour la transmission des sensations et pour celle des excitations motrices, et on a cherché par l'expérience à répondre à cette question. Si, après avoir tranché la moelle épinière d'un animal, on irrite les faisceaux postérieurs de cet axe, on produit des sensations douloureuses, tandis qu'en excitant les faisceaux antérieurs on provoque des contractions énergiques. Mais

ces phénomènes résulteraient uniquement, d'après plusieurs observateurs, de ce que, au lieu d'irriter les faisceaux eux-mêmes, l'excitation porterait sur les fibres des racines nerveuses qui leur sont mélangées.

La substance grise de la moelle est insensible aux excitations. Mais d'après Brown Séquart et Schiff, elle possède un pouvoir conducteur évident et le rôle d'abord attribué aux cordons postérieurs lui serait en partie dévolu. En coupant, en effet, chez un animal, la substance grise, on voit, malgré la conservation des cordons postérieurs, les parties situées au-dessous de l'incision privées de sensibilité. Si l'on ne coupe que les cordons postérieurs, en conservant la substance grise, la sensibilité n'est nullement diminuée.

Plusieurs physiologistes admettent aujourd'hui que les sensations tactiles, c'est-à-dire les sensations de simple contact, et les sensations douloureuses sont complétement indépendantes et qu'il y aurait des conducteurs spéciaux pour ces deux espèces de sensations. Les premières arriveraient au cerveau par les cordons postérieurs de la moelle, les secondes par la substance grise. En pratiquant en effet une section sur la partie cervicale de la moelle des lapins, de façon à ne conserver que ses faisceaux postérieurs, et après avoir rendu l'animal anémique par une forte saignée, Schiff a vu que le moindre attouchement de l'animal lorsqu'il était assoupi provoquait des mouvements, tandis qu'on pouvait pincer, déchirer ou brûler ses tissus sans qu'il manifestât aucune douleur.

Il est donc probable qu'il y a dans tous les organes des fibres spéciales qui nous révèlent exclusivement la présence des agents utiles ou nuisibles à notre organisme et ne conduisent que les impressions douloureuses ou agréables. Elles éveillent dans l'entendement une idée en rapport avec les causes qui les ont produites. On savait du reste depuis longtemps qu'il y a des malades insensibles aux piqûres et aux brûlures et qui perçoivent cependant le plus léger attouchement. Peut-être aussi y a-t-il des conducteurs spéciaux pour l'appréciation des températures.

Quant aux cordons antérieurs de la moelle, le rôle qui leur avait été assigné comme conducteurs des excitations motrices a été également contesté. D'après Schiff et Stilling, en coupant à des

animaux les parties antérieures et latérales de la moelle, on observerait encore, après cette opération, des mouvements dans le train postérieur de l'animal, mais ces mouvements sont très-affaiblis, ce qui prouve que si la substance grise peut remplacer jusqu'à un certain point les cordons antérieurs comme conductrice des excitations motrices, elle ne saurait les remplacer complétement. Du reste, le rôle des diverses parties de la moelle comme organe conducteur est encore très-obscur et nécessitera sans doute de nombreuses recherches avant d'être élucidé complétement.

Quand on coupe chez un animal vivant une racine motrice d'un nerf rachidien, la racine sensitive correspondante restant intacte, on constate que le bout du nerf adhérent à la moelle est insensible, tandis que le bout périphérique possède au contraire une sensibilité évidente. Ce phénomène curieux, découvert en 1839 par Longet, a été désigné sous le nom de sensibilité récurrente. Il paraît tenir simplement à ce que les racines motrices possèdent quelques fibres sensitives qui leur sont données par les racines postérieures. Quand on coupe, en effet, ces dernières, la sensibilité récurrente disparaît.

La propagation des excitations et des impressions dans la moelle se fait-elle d'une façon directe ou croisée? En d'autres termes, quand on irrite les faisceaux antérieurs, par exemple, d'un côté de la moelle, les mouvements se manifestent-ils du côté correspondant du corps ou de l'autre côté? La plupart des anatomistes admettent qu'au niveau des commissures de la moelle les fibres provenant d'une de ses moitiés s'entrecroisent avec celles du côté opposé, mais l'expérimentation physiologique ne fournit pas de résultats parfaitement nets sur ce point. L'excitation d'un seul côté de la moelle détermine bien une impression douloureuse et des mouvements du côté excité, mais ces mouvements et ces impressions douloureuses se propagent aussi, bien qu'affaiblis, du côté opposé. D'après Vulpian, Schiff, Brown Séquart, etc., l'entrecroisement serait partiel pour les fibres sensitives, tandis qu'il aurait lieu dans toute l'étendue de la moelle pour les fibres motrices.

Les lésions qui portent sur le cerveau ont des effets croisés in-

contestables. Une lésion d'un hémisphère a toujours pour résultat des phénomènes de paralysie ou d'excitation dans le côté opposé du corps, ce qui prouve bien ce fait, du reste mis en évidence par l'observation anatomique, qu'en sortant du cerveau les fibres nerveuses subissent un entrecroisement.

Propriétés et fonctions de la moelle comme centre nerveux. La moelle épinière est un centre nerveux qui tient sous sa dépendance, non-seulement tous les phénomènes de nutrition, mais un grand nombre d'actes de la vie de relation qu'on considérait autrefois comme placés sous l'action de la volonté.

En étudiant la circulation, la respiration et les principales fonctions, nous avons vu l'influence exercée directement sur elles par l'action de la moelle ou indirectement par l'action du grand sympathique. Les moindres altérations de ce centre nerveux réagissent profondément sur tout l'organisme. Les paralysies de la vessie ou de l'intestin accompagnent les lésions de la moelle siégeant au niveau des points d'où émanent les nerfs de la vessie et de l'intestin. Une paralysie plus ou moins complète des sentiments et du mouvement accompagne les lésions intéressant les parties de la moelle en relation avec les nerfs des muscles, et non-seulement les muscles privés de son action se paralysent, mais leurs tissus subissent, comme nous l'avons dit, une série de transformations (atrophie des fibres musculaires, exfoliation de l'épiderme, etc.) qui indiquent que leur nutrition a éprouvé des troubles plus ou moins profonds.

La moelle épinière constitue donc, ainsi que nous le disions plus haut, un centre nerveux important; mais, outre son action sur les actes de la nutrition, elle préside encore au fonctionnement d'une foule d'actes qui mettent en relation l'animal avec le monde extérieur. Les cellules de sa partie grise possèdent, comme nous le savons déjà, la propriété de transformer les impressions que leur apportent les nerfs sensitifs en excitations qui se réfléchissent sur les nerfs moteurs et qui, transmises par eux aux muscles, les mettent en mouvement. C'est à cette faculté importante, à laquelle on a donné le nom de *pouvoir réflexe* ou *excito-moteur*, qu'est due la manifestation des actes inconscients. Ils forment en réalité l'im-

mense majorité des actes de l'organisme, car aux actes toujours inconscients, comme les mouvements des principaux viscères par exemple, viennent s'ajouter graduellement des actes conscients d'abord, exigeant le concours de l'intelligence pour leur exécution, comme la marche, la danse, l'écriture, etc., et qui finissent ensuite par devenir automatiques.

Pour qu'un phénomène réflexe puisse se produire, il faut simplement un nerf sensitif conduisant les impressions, des cellules nerveuses recevant ces impressions et les transformant en excitations motrices, et un nerf moteur conduisant cette excitation aux muscles qui doivent se contracter.

Les mouvements réflexes qui suivent les impressions reçues par les organes sont le plus souvent inconscients, c'est-à-dire qu'ils se passent sans que le cerveau en ait notion et par suite sans la participation de la volonté. Ils suivent pour la plupart l'impression reçue aussi automatiquement que les aiguilles d'une montre suivent les mouvements imprimés aux roues qui les meuvent.

La plupart des actes de l'organisme sont des mouvements réflexes. Tels sont, par exemple, les mouvements du cœur, ceux des appareils respiratoire et digestif, les sécrétions, etc. Quand on approche le doigt de l'œil, l'impression faite au nerf optique se réfléchit sur les nerfs moteurs des paupières, et involontairement, par suite d'un mouvement réflexe, elles se ferment rapidement. Les soubresauts qui suivent les émotions vives, comme par exemple celle produite par le bruit d'une arme à feu auquel on ne s'attendait pas, l'éternuement qui succède à la présence d'un corps étranger dans le larynx sont encore des phénomènes réflexes. Il en est de même de la coloration de la face dans les névralgies de la cinquième paire, de la congestion de la conjonctive quand un corps étranger est introduit entre les paupières. L'afflux de sang est due dans ces derniers cas à la dilatation des vaisseaux consécutive à la réaction des nerfs sensitifs sur les vaso-moteurs, sous la dépendance desquels sont placés les muscles qui font contracter les vaisseaux.

Les mouvements que font les grenouilles décapitées pour retirer leurs membres alors qu'on vient à les pincer ou pour éloigner la pince avec l'autre patte sont encore des mouvements réflexes. Ces

mouvements, qui persistent tant que le train de l'animal contient un tronçon de moelle, disparaissent aussitôt qu'elle a été détruite, ce qui prouve bien que la moelle est le centre où l'impression apportée par le nerf sensitif est transformée en excitation motrice.

Bien que l'intelligence ait souvent conscience des sensations qui produisent les mouvements réflexes, la volonté est fréquemment impuissante à empêcher un grand nombre d'entre eux. Tels sont, par exemple, le tremblement du corps qui suit l'immersion dans un bain froid, le vomissement occasionné par l'aspect de substances répugnantes, la toux provoquée par l'irritation de la muqueuse respiratoire, le clignement consécutif à l'action d'une lumière trop vive, la dilatation de la pupille et les convulsions produites chez les enfants par la présence des vers intestinaux, etc.

Les divers mouvements réflexes que nous venons de mentionner sont pour la plupart consécutifs à des impressions de contact ou de douleur, mais les impressions amenées des différents sens à la moelle par les nerfs peuvent être également l'origine de mouvements réflexes. Nous avons vu que tous les nerfs sans exception naissent de la moelle, et on ne peut dès lors admettre qu'une seule catégorie d'impressions puisse avoir le privilége d'être l'origine de mouvements réflexes à l'exclusion des autres. Nous sommes donc conduits à admettre des mouvements réflexes consécutifs aux impressions acoustiques, optiques, gustatives, etc.

Le mécanisme des actions réflexes consécutives aux impressions reçues par les différents sens est toujours le même que celui étudié plus haut. L'impression reçue par les cellules sensitives de la moelle se propage aux cellules motrices de cet axe chargées de transformer l'impression en excitation, et cette dernière transmise aux muscles par les nerfs moteurs provoque leur mouvement.

Parmi les mouvements réflexes consécutifs aux impressions reçues par les divers organes des sens, nous mentionnerons les mouvements coordonnés qu'exige la production de la voix, et ceux des lèvres nécessaires pour jouer d'un instrument à vent. Ils sont consécutifs aux impressions acoustiques. Sans doute on peut faire parler un sourd de naissance, mais sa voix, imparfaitement réglée par des excitations motrices qui n'ont pas comme point de départ

des impressions aussi parfaites que celles fournies par l'oreille, a toujours un ton uniforme et quelque chose de mécanique. Apprendre à jouer à un sourd d'un instrument à corde ou à vent serait impossible; c'est avec raison qu'on dit d'un individu qui chante faux qu'il a l'oreille fausse, et le plus souvent on ne serait pas plus fondé à attribuer le défaut de justesse de sa voix à l'imperfection de son larynx qu'on ne le serait à attribuer à l'imperfection d'un violon les sons discordants qu'un musicien inexpérimenté pourrait en tirer.

Les mouvements des muscles de la bouche qui produisent la mastication et l'adaptent au degré d'effort à accomplir, sont également des phénomènes réflexes. Ils sont consécutifs aux impressions gustatives. Les impressions optiques peuvent produire des effets analogues. Elles contribuent, avec la sensibilité tactile des membres, à coordonner régulièrement les mouvements de la marche; qu'une de ces deux causes d'excitation soit supprimée, et la marche devient incertaine. Quand on n'y voit pas, la marche devient rapidement irrégulière, alors même qu'on sait n'avoir devant soi aucun obstacle, parce que la sensibilité tactile est alors la seule source d'excitation motrice. Si c'est la sensibilité tactile qui est abolie, la vue étant conservée, ce qui arrive, par exemple, dans l'affection nommée ataxie locomotrice progressive, les mouvements deviennent également très-imparfaits, malgré le soin avec lequel l'ataxique regarde constamment l'extrémité de ses pieds pour les empêcher d'accomplir des mouvements désordonnés. Comme la vue est pour lui la seule source d'excitation motrice qu'il possède, quand elle est abolie, ce qui se produit lorsqu'il se trouve dans l'obscurité, il s'affaisse sur lui-même, incapable de faire aucun mouvement régulier de progression. C'est même à ce symptôme caractéristique qu'on reconnaît l'ataxie à un degré avancé.

Toutes les impressions sensitives ont ainsi pour conséquence une excitation motrice automatique correspondante; mais les exemples qui précèdent suffisent, à défaut d'un exposé complet qui nous entraînerait trop loin, à faire pressentir l'importance des mouvements réflexes ainsi produits.

On peut aussi ranger parmi les mouvements réflexes les phéno-

mènes qu'on décrit souvent encore sous le nom de phénomènes sympathiques et qu'on croyait autrefois placés sous la dépendance du système nerveux ganglionnaire, d'où le nom de grand sympathique qui lui est resté. Tels sont, par exemple, l'irradiation sensitive produite par le chatouillement de la plante des pieds, l'extension à toute la face de la douleur occasionnée par une dent cariée, la démangeaison du nez et les convulsions, quelquefois même les accès de folie furieuse, comme Esquirol en cite des exemples, résultant de la présence de vers intestinaux dans le tube digestif, la contraction simultanée des deux pupilles qui a lieu lorsque la lumière n'agit que sur un seul nerf optique, la propagation à l'autre œil des troubles circulatoires d'un œil atteint de conjonctivité, l'irritation locale déterminée par l'action d'un sinapisme et dont l'effet se manifeste sur les parties les plus éloignées du corps, ainsi que cela arrive, par exemple, lorsqu'on applique un sinapisme sur les mollets pour dissiper une congestion cérébrale, etc. Ce sont des phénomènes tout à fait analogues à ceux qui ont été étudiés plus haut.

Certaines substances, comme la strychnine, l'opium, la coque du levant, exaltent le pouvoir excito-moteur des cellules de la moelle; d'autres, comme l'éther, le paralysent. L'ablation de l'encéphale l'augmente, ce qui semblerait prouver que ce centre moteur exerce une influence modératrice sur les mouvements. Après la décapitation au niveau du bulbe, il disparaît : mais cela tient uniquement, comme nous l'avons vu, à ce que cette mutilation entraîne l'asphyxie; la section de la moelle à un niveau qui permet d'éviter l'asphyxie laisse vivre l'animal plusieurs mois, ce qui prouve une fois de plus à quel point la moelle, ainsi que nous l'avons dit déjà, est un centre indépendant d'innervation.

Pour qu'une impression sensitive déterminée soit toujours suivie d'une même série de mouvements réflexes, il faut sans doute qu'il y ait dans la moelle une série de centres où les impressions sensitives puissent se transformer en effets moteurs. Dans la portion rachidienne de la moelle, la situation de ces centres réflecteurs est à peu près inconnue; ce n'est guère que dans la portion

encéphalique que nous connaissons un petit nombre d'entre eux. Le mieux connu est celui des mouvements respiratoires qui se trouve, comme nous l'avons vu, dans le bulbe et dont la destruction produit immédiatement la cessation de ces mouvements. Dans le bulbe aussi semblent se trouver les centres réflecteurs de la déglutition, des mouvements du cœur, etc., mais leur localisation est moins bien déterminée que celle des mouvements respiratoires.

La moelle épinière peut être, en réalité, considérée comme constituée par une série de centres nerveux affectés chacun à des fonctions différentes. Un des plus importants est, comme nous venons de le voir, le bulbe rachidien.

Les voies que suivent les impressions sensitives qui déterminent les mouvements réflexes et celles par lesquelles s'acheminent les excitations motrices qui produisent ces mouvements peuvent être très-différentes.

Les réflexes les plus nombreux suivent les filets nerveux rachidiens, tels sont ceux qui déterminent la déglutition, la toux, la marche, le vomissement, etc.; pour d'autres, la voie d'arrivée est un nerf sensitif du système céphalo-rachidien, et la voie de départ un nerf moteur du grand sympathique, telles sont les sécrétions, les lésions dites sympathiques. Certains réflexes ont pour origine les nerfs du grand sympathique et pour conducteurs de l'impression excito-motrice les nerfs moteurs de l'axe cérébro-spinal, telles sont les convulsions amenées par la présence des vers dans l'intestin, les convulsions hystériques, etc.; enfin, il en existe peut-être qui siégent uniquement dans le grand sympathique, comme la sécrétion des liquides intestinaux, par exemple*.

D'après Cl. Bernard, les ganglions nerveux pourraient, jusqu'à un certain point, en l'absence de l'axe cérébro-spinal, jouer le

* L'énumération des nerfs par l'intermédiaire desquels s'accomplissent tous les mouvements réflexes serait trop longue; mais nous croyons utile de mentionner ici les principaux. Les voies des phénomènes réflexes dans le grincement des dents produit par l'audition de certains bruits, sont: le nerf auditif et la racine motrice du trijumeau; dans le clignement des yeux par une lumière vive, le nerf optique et le facial; dans l'éternûment par une odeur forte, le nerf olfactif et le pneumo-gastrique; dans l'éternûment par excitation de la muqueuse pituitaire, le nerf trijumeau et le spinal; dans le resserrement de la pupille par impression lumineuse, le nerf optique avec le nerf moteur oculaire commun.

rôle de centres indépendants d'action réflexe. Ayant détruit les communications existant entre la moelle et les ganglions de la région où il voulait opérer, ce physiologiste a vu que l'excitation électrique du nerf lingual activait la sécrétion salivaire. Le centre de réflexion de l'irritation était dans ce cas les cellules nerveuses du ganglion sous-maxillaire. Mais cette indépendance du ganglion est temporaire, car les phénomènes réflexes disparaissent bientôt, ce qui prouve que l'influence de la moelle est indispensable pour qu'ils puissent fonctionner.

L'activité excito-motrice des cellules de la moelle s'épuise après quelque temps d'exercice et a besoin de repos pour pouvoir se réparer. Chez un animal dont on a divisé la moelle les manifestations motrices réflexes se ralentissent et disparaissent après un temps variable pour reparaître ensuite. Longet a pu conserver trois mois deux chiens auxquels il avait enlevé deux centimètres de moelle sans que l'excitabilité de cet axe ait fini par s'éteindre complétement, ce qui prouve bien une fois de plus encore à quel point il peut être considéré comme un centre nerveux.

§ 4.

FONCTIONS DU CERVEAU ET DU CERVELET.

Fonctions des cellules de la couche corticale du cerveau. Quand, après avoir scié les parois du crâne et mis à nu le cerveau, on irrite ou on détruit la substance grise qui recouvre sa surface, on reconnaît, par l'absence de mouvements de l'animal, qu'elle est parfaitement insensible. Cette insensibilité n'est pas bornée du reste à la surface du cerveau, elle s'étend également à sa substance blanche, et dans tout l'encéphale il n'y a guère de sensible que le bulbe rachidien, la protubérance annulaire, les pédoncules et les tubercules quadrijumeaux. On peut donc, pour étudier les fonctions du cerveau, lui faire subir toutes les mutilations nécessaires, sans être gêné par les mouvements de l'animal.

Quand on enlève à un animal la couche de substance grise qui enveloppe le cerveau et qui, de même que la substance grise de la moelle, est constituée par une agglomération de cellules,

on reconnaît que bien que les organes des sens demeurent parfaitement intacts, l'animal a perdu la faculté de percevoir les impressions qu'ils fournissent et le pouvoir de manifester, par une réaction motrice volontaire, son activité cérébrale. Un oiseau privé de ses lobes cérébraux vole bien quand on le jette en l'air, marche quand on le pousse, mange si on lui met de la nourriture dans le bec, mais ne marche pas, ne vole pas, ne mange pas spontanément. Ses allures sont celles d'un animal endormi. S'il marche après avoir été poussé, il ne s'écarte pas des obstacles placés devant lui et vient butter contre eux; si on lui met de la nourriture dans le bec, il l'avale, mais sans en apprécier le goût, car il avale avec une égale facilité les cailloux qu'on substitue aux aliments.

Mêmes résultats si à l'ablation de la couche corticale on joint celle de la substance blanche qu'elle recouvre et qui n'est composée, comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, que de fibres nerveuses jouant simplement le rôle d'organes conducteurs. Flourens a conservé dix mois un oiseau sans lobes cérébraux. « Une poule sans lobes cérébraux, dit-il, a réellement perdu, avec la vue et l'ouïe, le goût et le tact. Cependant nul de ces sens ou, pour mieux dire, nul organe de ces sens n'a été directement atteint. L'œil est parfaitement clair et net et son iris mobile. Il n'a été touché ni à l'organe de l'ouïe, ni à celui du goût, ni à celui du tact. Chose admirable ! tous les organes des sens subsistent et toutes les perceptions sont perdues. Finalement elle a donc perdu tous ses sens, car elle ne voit plus, n'entend plus, n'odore plus, et de plus ses instincts, car elle ne mange plus d'elle-même. Jamais elle ne se défend contre les autres poules, elle ne sait plus ni fuir ni combattre, il n'y a plus d'attrait pour la génération, les caresses du mâle lui sont indifférentes ou inaperçues. Elle a donc perdu toute intelligence, car elle ne veut, ni se souvient, ni ne juge plus. » *

* D'après des expériences faites récemment par Voit de Munich, le cerveau enlevé à des pigeons se régénèrerait au bout de quelques semaines. L'animal, éveillé alors de sa somnolence, ouvre les yeux, vole en évitant parfaitement les obstacles et se sauve quand on veut le saisir. A l'autopsie on retrouve le cerveau reconstitué. Les physiologistes savent tous que les membres enlevés aux animaux inférieurs, comme la salamandre, par exemple, se régénèrent rapidement, mais aucune régénération d'un organe aussi compliqué que le cerveau n'avait été observée chez des animaux supérieurs. Ces expériences auraient besoin d'être répétées avec soin.

Les lobes cérébraux sont donc le siége unique des perceptions, des instincts et de l'intelligence.

L'absence de perceptions consécutive à l'ablation des couches corticales du cerveau ne semble pas au premier abord absolue. L'animal ainsi mutilé suit des yeux une bougie allumée, tressaille quand on fait détoner près de lui une arme à feu, mais ce sont là, croyons-nous, des actions automatiques. L'absence des cellules de la couche corticale rend impossible la transformation des sensations en idées. S'il tressaille quand il entend du bruit, s'il mange quand on lui met des aliments dans la bouche, vole quand on le jette en l'air, marche quand on le pousse, c'est que les excitations produites sur le tympan par les ondes sonores, sur la muqueuse buccale par les aliments, sur son corps par le contact de l'air ou de la main, déterminent des réactions motrices automatiques qui ont leur siége, comme nous l'avons vu, dans la moelle, et les expériences précédentes, dont leur auteur ne semble pas du reste avoir nettement saisi toutes les conséquences, montrent d'une façon bien nette l'indépendance complète qui existe entre les phénomènes inconscients ayant leur siége dans la moelle épinière et les phénomènes conscients et volontaires placés sous la dépendance du cerveau.

Les résultats produits par l'ablation de la substance grise du cerveau démontrent que c'est dans cette région que les impressions reçues par les organes des sens se transforment en idées ; ce sont ces idées qui, conservées plus ou moins longtemps par les cellules (phénomène nommé *mémoire*) fournissent à l'animal les matériaux de son jugement et de ses déterminations volontaires. De cette région partent également les excitations nécessaires pour la production des mouvements volontaires.

Les cellules de la couche corticale du cerveau ayant pour fonction de percevoir les sensations et de les transformer en idées, on comprend que les altérations pathologiques qui s'y manifestent aient pour conséquence forcée de jeter un trouble plus ou moins profond dans l'ordre des idées et dans les divers phénomènes intellectuels. C'est ce qui s'observe en effet dans la folie, les méningites, la paralysie générale, etc.

Quand après avoir enlevé la couche superficielle du cerveau on continue à détruire méthodiquement les diverses parties de cet organe, on observe les phénomènes suivants : Si la destruction se borne à la substance blanche, aucun effet ne vient s'ajouter à ceux déterminés par l'altération de la substance corticale. Si l'on enlève les couches optiques, la station et la progression deviennent impossibles, mais les membres exécutent encore des mouvements énergiques. Ces mouvements continuent si on ajoute à ces mutilations l'ablation du cervelet, mais aussitôt qu'on enlève la protubérance annulaire, ils s'arrêtent, bien que la circulation, la respiration, etc. puissent persister encore quelque temps, et l'animal devenu complétement insensible ne réagit par aucun mouvement contre les irritations les plus douloureuses.

On peut, par l'éthérisation, produire sans mutilation une partie des phénomènes que nous venons de décrire comme étant la conséquence de la destruction des diverses parties du cerveau. Dans la première période du sommeil anesthésique correspondant, suivant Longet, à la période d'éthérisation des lobes cérébraux et par suite de destruction temporaire de l'action des cellules corticales, l'animal s'éveille quand on le pince et réagit volontairement, par conséquent, contre les irritations extérieures. Dans la seconde période, dans laquelle, suivant le même auteur, l'éthérisation aurait envahi la protubérance annulaire, l'animal est devenu absolument insensible ou du moins impuissant à réagir contre la douleur qu'il subit.

Fonctions des couches optiques. Nous avons vu que les couches optiques paraissent être un centre où vont aboutir toutes les fibres nerveuses venues de la moelle épinière et d'où partent des fibres qui irradient vers les cellules de la matière grise qui enveloppe le cerveau. Les premières lui apportent les impressions que recueillent les organes des sens sur tous les points du corps; par les secondes, ces impressions sont conduites dans les cellules cérébrales, qui les élaborent et les transforment en idées et en réactions excito-motrices. Peut-être pourrait-on comparer es cellules des couches optiques aux cellules postérieures de la

moelle, qui reçoivent, comme nous le savons, les impressions sensitives, et les cellules de la substance grise de la couche corticale du cerveau aux cellules antérieures de la moelle, qui transforment les impressions en excitations motrices. Mais tandis que dans la moelle les excitations motrices sont inconscientes et suivent fatalement l'arrivée de la sensation, dans le cerveau, l'impression reçue n'est pas forcément suivie d'une réaction motrice; elle est d'abord perçue, puis comparée à d'autres emmagasinées par la mémoire, et alors seulement la détermination motrice volontaire intervient. Je crois que des phénomènes analogues doivent se passer dans la moelle, c'est-à-dire qu'elle est douée de la mémoire des impressions antérieures et de la faculté de comparer ces impressions aux nouvelles. Tout acte difficilement exécuté d'abord et qui exige une longue éducation, comme la marche, par exemple, devient à la fin automatique; mais cette réception et l'analyse des impressions par les cellules de la moelle sont tout à fait inconscientes.

Rôle des fibres commissurantes, des pédoncules, des tubercules quadrijumeaux, de la protubérance, etc. Nous ne savons que fort peu de chose des rôles de ces diverses parties et nous nous bornerons par suite à résumer brièvement les fonctions qu'on leur suppose.

Les *fibres commissurantes* qui relient entre elles les cellules de la couche corticale de chaque hémisphère cérébral fusionnent sans doute en une impression unique les impressions reçues par les deux côtés du corps. Ce sont probablement les agents de l'unité d'action des deux hémisphères cérébraux.

Les *pédoncules* cérébraux et cérébelleux doivent probablement jouer un rôle en rapport avec la manifestation des mouvements, car leur altération a pour résultat des troubles plus ou moins profonds dans la locomotion.

Si on lèse un pédoncule cérébelleux inférieur, le corps fléchit du côté lésé. Si la lésion porte sur un pédoncule moyen, l'animal roule sur lui-même autour de l'axe longitudinal du corps.

La lésion d'un seul pédoncule cérébral a pour résultat la produc-

tion de mouvements circulaires ou de manège du côté opposé à la lésion.

Les *tubercules quadrijumeaux* ont un rôle qui semble en rapport avec la vision. Quand on les enlève, elle disparaît. Ils sont, pour Longet, des centres de réflexion de l'effet centripète des nerfs optiques sur les nerfs moteurs qui président à la contraction de l'iris. Aussi leur ablation a-t-elle pour résultat la paralysie de cette membrane. En l'absence des hémisphères cérébraux, ils sont encore des foyers de perception pour les sensations visuelles, mais de perception incomplète, car il manque l'élaboration intellectuelle de la sensation.

La *protubérance annulaire* semble avoir un rôle assez complexe. Lorsque à l'ablation des lobes cérébraux on ajoute celle de la protubérance, les mouvements qui continuaient à se faire régulièrement cessent de se produire. Suivant l'auteur que nous venons de citer et dont l'opinion est du reste partagée par Vulpian, « la production du principe excitateur des mouvements de locomotion est plus spécialement sous la dépendance immédiate de la protubérance, comme la production du principe excitateur des mouvements de conservation et ceux de la respiration en particulier est sous la dépendance immédiate du bulbe rachidien. Relativement à la sensibilité, la protubérance est un centre de perceptivité qui, suivant les cas, agit seul ou avec le concours des lobes cérébraux. »

Fonctions du cervelet. Nous ne sommes pas beaucoup plus avancés dans l'étude des fonctions du cervelet que dans celle des diverses parties du cerveau et nous en sommes encore réduits à des hypothèses basées sur l'expérience, mais dont l'interprétation peut donner lieu à des explications très-différentes.

Pour Flourens, cet organe est le siége exclusif du principe qui commande les mouvements de la locomotion. L'ablation de ses premières couches a en effet pour conséquence une démarche chancelante et désordonnée, analogue à celle de l'ivresse, et quelquefois des mouvements de recul. Son ablation totale rend toute position fixe impossible. Placé sur le dos, l'animal est complétement incapable de se relever, malgré les efforts qu'il fait pour y arriver.

Si on le pince, il se débat à la même place sans pouvoir se soustraire par la fuite à la douleur. Il a conservé la faculté de sentir, celle de se mouvoir et de vouloir, mais il a perdu celle de faire obéir les muscles à sa volonté.

Pour Luys, le cervelet serait un appareil générateur d'influx nerveux qu'il déverse incessamment vers les régions motrices de l'axe spinal. Les mouvements de la locomotion après sa lésion ne deviendraient mal équilibrés que par suite de l'inégale distribution de l'innervation cérébelleuse dans chaque moitié du corps. Le cervelet ne serait donc pas, comme le dit Flourens, un appareil coordinateur des mouvements volontaires; cette incoordination que détermine son altération ne serait qu'un phénomène secondaire consécutif à une répartition inégale de son activité.

Gall faisait du cervelet le siége de l'instinct de la reproduction, ce qui ne l'empêcherait pas, du reste, de posséder toutes les fonctions que nous venons de lui décrire.

Quant aux parties de l'encéphale dont nous n'indiquons pas les usages, comme la glande pinéale, par exemple, nous avons pensé que, ne possédant absolument aucune expérience ou observation qui puisse nous donner la moindre idée de leur fonction, il était inutile de les mentionner. Les hypothèses conduisent souvent à la vérité lorsqu'elles peuvent être soumises au contrôle de l'expérience, mais quand par leur nature même elles échappent à toute vérification possible, leur inutilité est absolue.

Rapports existant entre le volume et la forme du cerveau et l'intelligence. Nous avons vu, par ce qui précède, que les mutilations des cellules de la substance grise du cerveau ont pour conséquence l'anéantissement des phénomènes intellectuels, et nous en avons conclu que ces phénomènes sont placés sous leur dépendance. On sait depuis longtemps, du reste, que la mémoire, l'intelligence et les diverses facultés intellectuelles s'affaiblissent avec les lésions de la substance grise cérébrale et qu'il suffit de gêner l'arrivée du sang au cerveau en comprimant les carotides pour déterminer un état de torpeur qui ne cesse qu'avec la compression elle-même. On sait aussi que le développement de l'intel-

ligence suit pas à pas chez l'enfant le développement du cerveau. L'expérience et l'observation prouvent donc de la manière la plus évidente que l'encéphale tient sous son entière dépendance les phénomènes intellectuels.

L'anatomie enseigne que chez les divers animaux le degré de l'intelligence est lié non-seulement au volume relatif du cerveau, comme nous l'avons vu dans le précédent chapitre, mais surtout à sa forme, et que plus la surface de substance grise est étendue, c'est-à-dire plus les cellules cérébrales sont nombreuses, plus l'intelligence est elle-même considérable. Chez les animaux supérieurs, comme l'homme et les espèces voisines, la substance grise forme un nombre considérable de replis — précédemment décrits sous le nom de circonvolutions — dont le rôle est d'augmenter sa surface. Ces replis sont plus nombreux chez l'homme que chez les animaux placés au-dessous de lui. A mesure qu'on descend dans l'échelle des êtres, les circonvolutions diminuent et bientôt s'effacent, et en même temps le cervelet et la moelle épinière présentent un volume de plus en plus considérable relativement à celui du cerveau. Enfin, chez les animaux inférieurs, le cerveau disparaît et est représenté par une série de ganglions.

L'anatomie pathologique vient corroborer ces preuves diverses de l'influence de la forme du cerveau sur le degré de l'intelligence. Chez les idiots, les lobes cérébraux sont plus ou moins atrophiés et les circonvolutions cérébrales beaucoup moins nombreuses que chez l'homme à l'état normal. Chez les individus présentant des troubles intellectuels profonds, comme dans la paralysie générale progressive notamment, la couche corticale du cerveau est plus ou moins altérée. Sans doute, il existe quelques cas où, malgré des affections diverses ayant plus ou moins altéré tout un lobe du cerveau, les phénomènes intellectuels ont persisté avec leur intégrité apparente, mais ces faits sont relativement fort rares en présence de ceux dans lesquels des altérations des lobes cérébraux ont coïncidé avec des troubles intellectuels et peuvent s'expliquer en admettant que la lésion cérébrale, s'étant produite lentement, l'hémisphère sain s'est graduellement habitué à suppléer l'hémisphère atrophié; toutefois, il est évident que, obligé de déployer une somme d'activité plus

CERVEAU ET SYSTÈME NERVEUX DANS LES PRINCIPALES CLASSES DU RÈGNE ANIMAL.

Fig. 284. *Cerveau humain.* — A) Hémisphères cérébraux. — B, B) Cervelet recouvert par les hémisphères. — C) Moelle épinière.

Fig. 285. *Cerveau d'un chat.* — A, A) Hémisphères. — B) Cervelet. — C) Moelle épinière. — O, O) Lobes olfactifs.

Fig. 286. *Cerveau d'un reptile.* — A, A) Cerveau. — B) Cervelet. — C) Moelle épinière. — D) Lobe optique. — O, O) Lobes olfactifs.

Fig. 287. *Cerveau d'un poisson.* — A) Cerveau. — B) Cervelet. — C) Moelle épinière. — N, N) Nerfs optiques. — O, O) Lobes olfactifs.

Fig. 288. *Système nerveux des crustacés.* — A) Anneau œsophagien. — B) Ganglions. — C, C) Cordons interganglionnaires.

Fig. 289. *Système nerveux des arachnides.* — A) Centralisation des ganglions. — B) Ganglion splanchnique. — C) Cordons interganglionnaires.

Fig. 290. *Système nerveux des articulés.* — A, B, D) Ganglions. — C, C) Cordons réunissant les ganglions.

Fig. 291. *Système nerveux des rayonnés.* — B, B) Ganglions. — C) Cordons nerveux réunissant les ganglions. — D) Filets nerveux partant des ganglions.

Fig. 292. *Système nerveux des mollusques.* — A) Ganglion œsophagien. — B) Ganglion central. — C) Filets nerveux.

Fig. 284.
Cerveau humain.

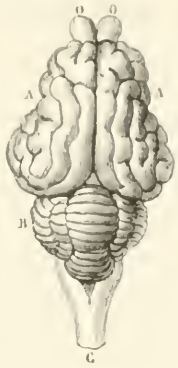


Fig. 285.
Cerveau d'un Carnivore (Chat).

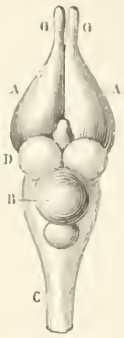


Fig. 286.
Cerveau d'un Reptile.

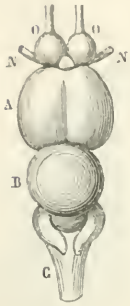


Fig. 287.
Cerveau des Poissons.

Fig. 288.
Système nerveux des Crustacés.

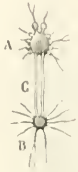


Fig. 289.
Système nerveux des Arachnides.

Fig. 290.
Système nerveux des Animaux articulés.

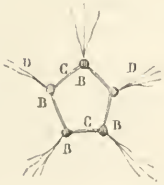


Fig. 291. — *Système nerveux des Rayonnés.*

Fig. 292. — *Système nerveux des Mollusques.*

grande pour produire le même résultat que les deux hémisphères réunis, il doit forcément se fatiguer plus promptement, et c'est ce qu'en effet l'observation démontre.

A mesure qu'on s'élève des animaux à l'homme et des races humaines inférieures aux races supérieures, la partie antérieure du cerveau s'accroît constamment et s'avance sur la face, ce qui rend le front de moins en moins fuyant. Il a semblé naturel d'en conclure que le développement de l'intelligence est lié au développement de la partie antérieure du cerveau, tandis que les instincts sont sous la dépendance de sa partie postérieure.

Le fait de la coïncidence du développement de la partie antérieure du cerveau et de l'intelligence se constate non-seulement en

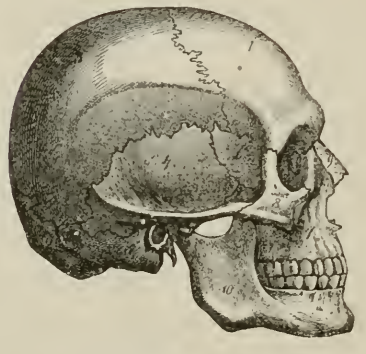


Fig. 293. *Crâne d'Européen.**

Fig. 294. *Crâne d'un Malais.*

comparant les crânes de races différentes, comme par exemple ceux d'un blanc et d'un nègre, mais encore en comparant des individus qui, étant de même race, sont de catégorie sociale différente. Les mesures comparatives nombreuses prises récemment à Paris, par M. le professeur Broca, sur des têtes de savants et des têtes d'individus illettrés (infirmiers ou manouvriers), ont montré que le crâne des premiers était toujours plus volumineux que celui des seconds et que l'excès de volume était exclusivement dû au déve-

* 1) Frontal. — 2) Occipital. — 3) Pariétal. — 4, 5) Temporal. — 6) Sphénoïde. — 7) Maxillaire supérieur. — 8) Malaire. — 9) Os du nez. — 10) Maxillaire inférieur.

loppement de la région frontale. Le savant anthropologiste croit même pouvoir conclure de ses observations multipliées que le cerveau se développe d'une façon sensible par l'éducation.

On mesure rapidement, mais d'une façon seulement approximative, le développement de la partie antérieure du cerveau, en recherchant quel est l'angle que font entre elles deux lignes allant l'une de la face antérieure des incisives supérieures à la partie moyenne du front, l'autre du bord alvéolaire des mêmes incisives au conduit auditif interne. Camper a donné à cet angle le nom d'*angle facial*. Chez les races européennes, il est en moyenne de 80 degrés, chez les mongols de 75, chez les nègres de 70. Les anciens, qui avaient fort bien observé les rapports qui existent entre la forme de la tête et la puissance de l'intelligence, donnaient à la tête de leurs divinités et de leurs grands hommes un angle facial atteignant et quelquefois même dépassant 90 degrés.

L'angle facial ne donne que des indications insuffisantes sur la forme du crâne et par suite du cerveau. Il laisse de côté ses parois postérieures et latérales et ne nous dit rien, par conséquent, de différences de forme qui, au simple aspect, sont cependant profondes. Ces différences sont assez manifestes pour que les anthropologistes modernes aient divisé les races, suivant la forme de leur cerveau ou, ce qui revient au même, de leur crâne, en catégories complétement séparées. C'est ainsi qu'ils distinguent les races en *dolichocéphales* (de δολικος allongé et κεφαλη tête) et *brachycéphales* (de βραχὺς court et κεφαλη tête). Les premières sont celles dont le crâne, vu par sa face supérieure, ressemble à un ovale allongé, la plus grande longueur l'emportant toujours d'un quart environ sur sa plus grande largeur. Les secondes sont celles dont la tête a la forme d'un ovale aplati en arrière; sa plus grande longueur ne dépasse pas la plus grande largeur de plus d'un huitième. Par sa face supérieure, un crâne ainsi constitué ressemble à un carré à coins arrondis. Chacune de ces divisions a été subdivisée elle-même en *orthognates* (de ορθος droit et γνάθος mesure), c'est-à-dire dont le rebord alvéolaire des mâchoires est droit ou très-peu oblique, comme les races circassiennes; et en *prognates* (προ en avant et γνάθος mesure), dont les mâchoires proéminent en avant, comme

celles des nègres de l'Afrique. Aux *dolichocéphales orthognates* appartiennent les Suédois, les Français, les Allemands du Sud; aux *dolichocéphales prognates* les Chinois, les Japonais, les Esquimaux; parmi les *brachycéphales orthognates* on peut citer les Slaves, les Russes, les Hongrois, les Turcs, les Allemands du Nord, les Persans, les Mexicains; parmi les *brachicéphales prognates,* les Tartares, les Mongols, les Malais, les Incas.

C'est surtout par la forme de leur tête et de leur face que se distinguent toutes ces races diverses. Il suffit de comparer leurs crânes et leurs physionomies (voyez fig. 295 et suiv.) pour comprendre combien, à ce point de vue, elles diffèrent entre elles. Ces simples différences de forme ont pour résultat que certaines races, dont le crâne est fait d'une façon déterminée, sont absolument impuissantes à saisir des idées que d'autres comprennent sans effort. Jamais un crâne organisé comme celui de la fig. 294 n'atteindra le degré de civilisation auquel peut s'élever celui représenté fig. 293. C'est avec une entière raison, je crois, qu'on a pu dire qu'il y avait infiniment plus de distance entre les hommes instruits de nos grandes capitales de l'Europe et certaines tribus de l'Australie qu'entre ces mêmes tribus et les grands singes les plus voisins de l'homme.

La forme du cerveau ayant une influence si parfaitement évidente sur le développement de l'intelligence, et le crâne se moulant assez exactement sur le cerveau, on comprend qu'on ait été conduit à rechercher si à certaines formes des diverses parties du crâne ne correspondraient pas des facultés déterminées.

C'est sur cette supposition qu'est basé le système imaginé par Gall et connu sous le nom de *phrénologie*. Mais au lieu de se borner à rechercher quelques faits généraux et de les vérifier par de nombreuses observations, ce célèbre anatomiste crut pouvoir assigner aux plus petites parties du cerveau une fonction déterminée dont le développement serait en rapport avec le plus ou moins de saillie de cette partie. N'ayant guère que des observations insuffisantes pour guide, sa théorie ne put résister aux critiques dont elle fut l'objet, et aujourd'hui elle est tombée dans un oubli complet.

Fig. 295. — *Tête de Grec ancien* (Apollon du Belvédère).

Fig. 296. — *Tête de Chef Indien*

Fig. 297. — *Tête de Kalmouk.*

Fig. 298. — *Tête de Japonais.*

Fig. 299. — *Tête de Nègre africain.*

Fig. 300. — *Tête de Patagon.*

La Phrénologie au point de vue scientifique. — Dans l'état actuel de la science, nous ne possédons aucune preuve qu'une seule des localisations tentées par Gall soit exacte. Cependant, on doit reconnaître qu'on rencontre des individus doués de plusieurs des qualités ou des défauts qu'indique la forme de leur tête étudiée d'après la phrénologie, de même qu'on rencontre des sujets dont le caractère est bien en rapport avec les traits de leur visage étudiés d'après les règles posées par les physionomistes. Mais, de ce que la saillie de la partie antérieure du front se rencontre, je suppose, chez les individus doués de sagacité comparative, on ne serait pas plus fondé, je crois, à dire que la portion correspondante du cerveau est le siége d'une faculté dite de sagacité comparative, qu'on ne pourrait, dans le cas où on reconnaîtrait que les individus qui ont le nez très-aquilin ont réellement le caractère impérieux, admettre qu'il y a dans la saillie du nez un organe spécial produisant cette disposition spéciale du caractère. Le front saillant et la sagacité comparative, de même que le nez aquilin et le caractère impérieux, sont les extrémités d'une chaîne dont nous ne connaissons nullement les anneaux intermédiaires.

La connaissance des aptitudes individuelles et du caractère basée sur l'étude de la conformation extérieure des individus est une science aussi difficile qu'utile, et dont les lois sont encore, malgré quelques tentatives ingénieuses, pour la plupart inconnues. Il est cependant certain que l'usage habituel de certains muscles correspondant à ces expressions diverses que nous avons décrites en étudiant le mécanisme de la physionomie, finit par donner à la face un aspect individuel qui fournit à l'observateur des indications souvent fort nettes sur le caractère des personnes avec lesquelles il est en rapport. Si, à ces indications, on joint l'étude de la forme du crâne, celle de l'éducation, du milieu, etc., les résultats auxquels on peut arriver sont souvent très-précis. J'ai fait sur ce point un certain nombre d'observations que je me réserve de publier quelque jour. Mais je ferai remarquer, dès à présent, qu'il faut être doué d'un esprit assez pénétrant pour utiliser de pareilles indications. En constatant chez un sujet l'existence ou l'absence d'une seule aptitude déterminée, on apprend peu de chose et on est exposé à commettre des erreurs profondes. Les diverses facultés s'influent réciproquement et leur résultat est une résultante unique, que ne pourrait souvent faire prévoir le développement d'une seule. Deviner cette résultante, bien qu'on en connaisse les éléments, est souvent aussi difficile que de dire, en voyant à côté l'une de l'autre et en proportion inégale des couleurs sur une palette, quelle sera exactement la teinte qui résultera de leur mélange. Il est évident, pour ne citer qu'un exemple entre mille et des plus faciles, qu'un individu doué de mémoire, d'imagination et des plus heureuses facultés, mais manquant de persévérance ou de jugement, pourra beaucoup moins réussir dans la vie qu'un individu bien moins doué sous les premiers rapports, mais suffisamment doté sous les derniers. Le tempérament, l'éducation, le milieu, etc. sont des éléments importants qui viennent encore compliquer la question.

Si on néglige l'étude de ces éléments, on ne voit qu'un des côtés du problème, et quand bien même toutes les localisations de Gall seraient exactes, leur application faite en négligeant les facteurs que nous venons de mentionner, pourrait conduire aux plus grossières erreurs. C'est ainsi, par exemple, qu'en examinant la tête du célèbre assassin de profession Dumollard, exécuté il y a quelques années, un savant médecin, parfaitement compétent en phrénologie, puisqu'il avait été préparateur du cours de phrénologie professé par Broussais, a été obligé de reconnaître que ce vulgaire assassin possédait très-développés les organes de la vénération, de la bienveillance et de l'ordre, tandis que le développement de l'instinct de la destruction n'avait rien d'anormal. Il était cependant facile, sans avoir recours à aucune localisation phrénologique, de

comprendre, au simple aspect de la tête de cet individu et étant connues l'éducation qu'il avait reçue et la position sociale qu'il occupait, comment il avait pu devenir un criminel de la pire espèce. La partie antérieure du crâne, dont le développement, ainsi que nous l'avons suffisamment démontré plus haut, est proportionnel à l'intelligence, était très-déprimée, tandis que la partie postérieure, dont les dimensions sont en rapport avec l'énergie des instincts, était très-développée. Avec des instincts violents et pas assez d'intelligence pour lui faire comprendre la nécessité de les réfréner ou lui donner les moyens de gagner par son travail de quoi les satisfaire, on s'explique facilement que le possesseur d'une tête semblable n'ait pas reculé devant le vol et l'assassinat.

Gall et Spurzheim étaient, comme le célèbre Lavater, doués d'une sagacité remarquable qui leur évitait les erreurs nombreuses dans lesquelles, en se fiant aux simples indications de la phrénologie, ils fussent nécessairement tombés à l'égard des facultés qu'ils supposaient aux individus soumis à leur examen. Outre sa pénétration extrême, Gall possédait une instruction scientifique fort rare à son époque, et les erreurs de ce grand homme ne doivent pas faire oublier les services importants qu'il a rendus à la science. Nous devons à cet éminent anatomiste une description du cerveau qui laisse loin derrière elle celles de ses prédécesseurs. Le premier, il a recherché les relations des diverses parties de cet organe entre elles; il a très-bien vu comment les fibres qui le composent vont des couches optiques à la couche corticale, comment des fibres parties des circonvolutions gagnent celles du côté opposé en formant sur la ligne médiane le corps calleux. Au lieu de procéder à l'étude du cerveau par tranches, comme on l'avait fait jusqu'à lui, il essaya d'en suivre les fibres en les raclant. « Je n'oublierai jamais, dit M. Flourens dans un livre uniquement consacré à com-« battre la phrénologie, l'impression que j'éprouvai la première fois que je vis Gall « disséquer un cerveau. Il me semblait que je n'avais pas encore vu cet organe. »

Ce fut également Gall qui le premier mit bien en évidence ce fait, qui nous semble aujourd'hui avoir dû être toujours connu, que le cerveau est le siége exclusif des facultés intellectuelles. Mais, à son époque, rien n'était moins démontré. Pour Pinel, la folie avait son siége dans l'estomac, et les physiologistes les plus célèbres de ce temps plaçaient fort loin du cerveau des fonctions essentiellement placées sous sa dépendance.

Les médecins étant souvent questionnés sur ce qui concerne la phrénologie, nous pensons qu'il ne sera pas sans intérêt pour eux d'indiquer ici les localisations les plus admises aujourd'hui par les adeptes de cette théorie.

Nous empruntons notre figure et le tableau qui l'accompagne à un auteur, M. Haremberg, qui s'occupe depuis 30 ans de phrénologie. Nous choisissons sa classification entre plusieurs — car les phrénologistes sont loin de s'accorder entre eux — non parce qu'elle nous semble meilleure que celles qu'elle a pour but de remplacer, mais parce qu'elle est moins compliquée. L'auteur croit devoir réduire à 14 les localisations que des disciples de Gall avaient portées jusqu'à 47. Evidemment il aurait pu aller plus loin encore dans cette réduction, car il est facile de voir que l'*alimentivité* et la *défensivité*, par exemple, qu'il place à côté l'une de l'autre, ne sont que des formes diverses de l'instinct de la conservation, que la *sympathie* et l'*amour*, dont il fait deux instincts, sont des formes diverses du même instinct. Il semble avoir compris, du reste, que beaucoup de qualités, de défauts ou d'instincts, auxquels il ne reconnaît pas de siége particulier, sont, comme je le disais plus haut, de simples résultantes. C'est ainsi qu'il compose, par exemple, la discrétion avec la circonspection et la fermeté, la fidélité avec la sympathie et la persévérance, l'ironie avec un mélange de beaucoup d'esprit de comparaison et de peu de

sympathie et de respect, la peur avec une forte dose de circonspection et d'imagination, la perspicacité avec l'imagination et la pénétration, etc.

Voici maintenant le tableau des facultés primitives admises par l'auteur que nous venons de citer et dont nous avons eu soin, du reste, de rapprocher les divisions les plus importantes données par Gall. Les lettres qui précèdent chaque faculté indiquent la place qui leur est assignée sur la tête que nous reproduisons. Leurs limites sont la plupart indiquées par les sutures du crâne.

A) *Alimentivité.* — Instinct de se nourrir. Peut devenir, suivant son développement, tempérance ou gourmandise. Peut devenir aussi instinct de la destruction et du meurtre.

B) *Défensivité.* — Instinct de se défendre et d'attaquer. Peut devenir susceptibilité, brutalité, cruauté.

C) *Amour.* — Instinct de la reproduction. Son plus ou moins de développement peut produire la chasteté ou la lubricité.

D) *Sympathie.* — Attachement aux personnes et aux choses. Peut devenir sentimentalité, disposition à contracter des manies, des habitudes.

E) *Circonspection.* — Instinct qui pousse à fuir et se cacher. Produit la prudence, la sagesse, la timidité. Peut devenir mensonge, doute, irrésolution, hypocrisie, poltronnerie. Mais on ne s'explique pas du tout, comme le veut l'auteur de cette classification, que la circonspection puisse conduire au vol. Gall avait créé une faculté spéciale, nommée plus tard *acquisivité*, de laquelle il faisait dépendre la convoitise, l'amour de la propriété, le penchant au vol. Il la plaçait sous la *circonspection*, au niveau de la portion inférieure du pariétal la plus rapprochée du frontal.

F) *Fierté.* — Emulation, ambition, respect humain, amour-propre. Peut devenir vanité, ostentation, orgueil, fatuité, jalousie, etc.

G) *Persévérance.* — Force de caractère, fermeté, constance. Peut devenir entêtement, opiniâtreté, obstination.

H) *Configuration.* — Mémoire des formes, des lieux, des personnes, des couleurs, de l'étendue.

I) *Mémoire des sons* ou *mémoire des mots.* Rend apte à l'érudition, permet d'apprendre des langues.

J) *Harmonie.* — Faculté d'associer les idées, les formes, les sons, etc. Rend apte aux arts, à la mécanique, aux beaux-arts, quand en même temps la configuration est développée. L'harmonie dans les sons fait le musicien. Avec la comparaison et la configuration, elle fait le mathématicien. Le génie du bien ou du mal serait dû à la faculté d'assembler, d'harmoniser toutes les idées et toutes les facultés. Les vrais savants, les grands philosophes, les criminels célèbres devraient à la puissance de l'organe de l'harmonie les uns leurs découvertes, les autres leurs machinations.

K) *Pénétration* ou *comparaison.* — Faculté de comparer et de saisir les rapports entre la cause et l'effet. Gall la nommait *sagacité comparative.* Entre cette faculté et l'imagination, il plaçait la *causalité* ou esprit d'induction, mais elle peut être considérée comme le résultat de l'action simultanée de la comparaison et de l'imagination. Entre la comparaison et l'équité, il plaçait encore le sentiment de l'imitation.

L) *Imagination.* — Faculté de créer des suppositions, des fictions. Rend apte à l'espérance, peut devenir enthousiasme, instinct du merveilleux, superstition, etc.

M) *Équité.* — Faculté de discerner le juste de l'injuste; on lui doit la conscience, la bienveillance, la sensibilité, la bonté.

N) *Respect.* — Haremberg définit ce sentiment : « Amour du juste, du beau, du vrai ». Gall le nommait *théosophie* ou instinct religieux, Spurzheim *vénération*, Cubi *infériorivité* ou désir de rendre hommage, de s'effacer. Cette dernière définition serait évidemment la meilleure et la première la plus mauvaise s'il fallait choisir

entre elles, mais cela est inutile, car il est bien évident que le respect n'est en aucune façon ce qu'au point de vue phrénologique on pourrait nommer une faculté primitive, mais bien un sentiment très-complexe et pouvant être produit par des causes fort différentes : la crainte de l'individu respecté ou le désir de lui plaire, l'aveu tacite d'une supériorité apparente ou réelle, etc. Souvent il n'est qu'une des formes de la pitié et la conséquence de la terreur secrète que nous inspire une situation dans laquelle nous pouvons tomber un jour; tel est le sentiment de respect qu'on a pour les vieillards et les infirmes. Trop développé, l'organe de la vénération produirait la foi aveugle et la superstition.

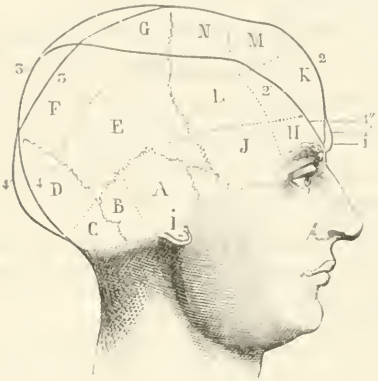


Fig. 301. — *Localisation des facultés d'après les phrénologistes.*

Comme application des indications précédentes qui, nous le répétons encore, manquent absolument de base scientifique, et que nous ne reproduisons qu'au point de vue de l'intérêt historique, nous avons fait représenter sur la fig. 301 le profil de diverses têtes auxquelles, d'après les indications précédentes, les phrénologistes supposent des facultés, des qualités ou des défauts divers.

Tête 1, 2, 3, 4. *Facultés toutes bien développées.* — Esprit sérieux, élevé, solidement basé sur l'observation personnelle et doué d'un jugement sûr, si l'harmonie et la circonspection, dont le développement ne peut être représenté sur la figure, sont plus larges que l'imagination. Le sujet ainsi constitué sera en outre persévérant dans ses projets, ami sûr et constant.

Tête 1' 2 3' 4'. On voit, d'après les lignes, que la *configuration* est ordinaire, la *pénétration*, l'*équité* et le *respect* très-grands, la *persévérance* et la *fierté* faibles, la *sympathie* trop grande. Le possesseur de cette tête sera pour les phrénologistes un esprit prompt, bienveillant, sans ambition, aimant sans constance, ayant un caractère très-flexible et en même temps rêveur et superstitieux si l'imagination est développée.

Tête 1'' 2' 3 4'. — *Pénétration*, *équité* et *respect* très-faibles, *fierté* et *sympathie* trop fortes; tête ayant appartenu à une courtisane vulgaire.

En terminant ce qui concerne les rapports du cerveau avec l'intelligence, nous ferons remarquer que ce n'est pas, sans doute, uniquement du développement de la surface de la substance

grise du cerveau que dépend l'état de l'intelligence, et qu'il est évident que l'épaisseur de cette couche, les rapports des cellules qui la composent, leur *qualité*, si on peut s'exprimer ainsi, doivent avoir aussi une influence considérable; mais comme nous ne possédons absolument aucun moyen d'apprécier la plupart de ces différences de structure, leur action nous échappe forcément et nous avons été obligé d'en négliger l'étude pour ne nous occuper que des parties accessibles à notre examen.

Il résulte de tout ce qui précède, non-seulement que le cerveau, et uniquement sans doute les cellules de sa substance corticale, est le siége des phénomènes intellectuels, mais encore que le degré de l'intelligence, c'est-à-dire la place plus ou moins haute qu'occupent dans l'échelle des êtres les diverses races et les individus qui les composent, est proportionnel à l'étendue de la surface cérébrale et surtout au développement qu'elle acquiert dans les parties antérieures, développement sur lequel l'éducation possède une influence considérable.

Ces résultats sont sans doute bien incomplets encore. On peut les comparer à des sentiers à peine tracés dans une forêt profonde; mais tout incomplets qu'ils sont, les conséquences qu'on peut déjà en tirer ont une importance extrême. Corroborant les lois de l'histoire, ils nous montrent que ce n'est pas, comme le font croire aux foules des rhéteurs ignorants de la nature humaine, avec de brusques révolutions dans les institutions et les lois, mais seulement par les lents et sûrs effets de l'éducation, qu'on peut réussir à diminuer les différences profondes, conséquence fatale de l'organisation même, qu existent entre les hommes.

CHAPITRE VII.

ACTIVITÉ INTELLECTUELLE ET REPOS DU SYSTÈME NERVEUX. (PHÉNOMÈNES INTELLECTUELS ET SOMMEIL.)

§ 1er. *Éléments de l'activité intellectuelle du système nerveux.* — Impressions fournies par les sens. — Formation des idées. — Les impressions fournies par les sens sont des signes dont l'expérience apprend la valeur. — Conservation des sensations transformées en idées. — Mémoire. — Évocation des idées sous l'influence de l'attention. — En quoi l'idée ressemble à la sensation et en diffère. — Théorie des hallucinations. — Formes diverses de la mémoire. — Sans elle l'individu ne pourrait acquérir aucune connaissance. — § 2. *Élaboration des matériaux fournis par les sens et conservés par la mémoire.* — Les sensations et les idées qui en dérivent sont des matériaux diversement utilisés suivant les aptitudes de l'animal. — Ce qu'il faut entendre par faculté. — La plupart sont constituées par des associations d'idées. — Influence de l'attention sur les facultés. — Jugement, raison, volonté. — Le libre arbitre. — § 3. *Activité inconsciente du système nerveux.* — Actes inconscients placés sous la dépendance de la moelle épinière. — Perfection extrême des actes automatiques. — Si la moelle épinière a conscience des actes placés sous sa dépendance. — Actes inconscients placés sous la dépendance du système nerveux. — Fréquence et valeur des raisonnements inconscients. — § 4. *Activité consciente du système nerveux.* — Phénomènes dont le moi a conscience. — Ce qu'il faut entendre par le moi. — Il est constitué par la connaissance d'une série de phénomènes complexes modifiés incessamment. — Sans les sensations la notion du moi serait impossible. — § 5. *Activité du système nerveux chez les animaux autres que l'homme.* — Erreurs habituellement professées sur l'intelligence des animaux. — Leurs facultés sont les mêmes que celles de l'homme, mais moins parfaites. — Raisonnement, conscience, jugement, etc. chez les animaux. — § 6. *Durée des opérations intellectuelles.* — Temps nécessaire pour combiner un raisonnement et prendre une décision. — Comment ce temps varie suivant la taille de l'animal. — § 7. *Influence de l'état des organes sur les idées et des idées sur les organes.* — Influence de la quantité et de la composition du sang sur l'activité des éléments nerveux. — Troubles consécutifs aux lésions des éléments nerveux. — Influence des idées sur les organes. — Rôle considérable de l'imagination dans la guérison des maladies. — § 8. *Source de l'activité du système nerveux.* — Mise en activité des éléments des tissus sous l'influence de l'action du système nerveux. — Les éléments nerveux empruntent leur force à l'aliment. — Les phénomènes intellectuels considérés comme transformations de force. — Leur équivalent calorifique. — § 9. *Repos des éléments nerveux.* — Nécessité du sommeil. — Théorie des rêves. — Pourquoi le rêve est pris pour la réalité — Nos idées habituelles ne diffèrent des rêves que parce que leur comparaison avec des sensations vraies nous empêche de les prendre pour des réalités. — Somnambulisme et hypnotisme. — Rôle joué par la suggestion dans le sommeil hypnotique et dans l'état de veille.

Pour tous les êtres vivants doués d'un système nerveux, l'activité de ce système se traduit en dernière analyse par la con-

naissance plus ou moins complète du monde extérieur et par la manifestation de certains actes destinés à adapter ces êtres au milieu où ils vivent, c'est-à-dire à assurer leur conservation.

L'action du système nerveux sur les divers organes ayant été étudiée précédemment, nous n'avons à nous occuper actuellement que de cette forme spéciale de l'activité nerveuse dont le résultat est la série d'actes complexes désignés sous le nom de phénomènes intellectuels. Pendant longtemps la métaphysique a disputé leur étude à la physiologie, mais à mesure que les sciences expérimentales progressent, la métaphysique voit son domaine graduellement décroître, et ils appartiennent à une école aujourd'hui tombée sans retour, ces philosophes qui croient pouvoir encore discuter sur l'âme et l'intelligence sans une connaissance suffisamment approfondie de la physiologie.*

Les phénomènes intellectuels étant trop étendus pour pouvoir être complétement décrits dans l'espace dont nous disposons, nous nous bornerons à les étudier dans leurs parties les plus essentielles, c'est-à-dire dans celles où l'observation peut réellement servir de guide. N'appartenant à aucune secte philosophique, nous avons pu toujours aborder l'étude de la réalité sans idées préconçues, cherchant uniquement à voir les faits et leurs conséquences tels qu'ils sont et non tels que nous aurions voulu qu'ils fussent. Guidé par ces principes, nous ne saurions nous inquiéter des différences qui séparent nos idées de celles ayant cours dans les livres classiques.

* C'est uniquement en se basant sur la physiologie et sur les sciences expérimentales que l'école anglaise a fait faire depuis trente ans plus de progrès à la psychologie que cette science n'en avait accompli depuis Aristote. Cette école, à la tête de laquelle se voient des savants comme Stuart Mill, Herbert Spencer, Bain etc. est encore peu connue en France, mais on pourra facilement se rendre compte de ses procédés en lisant le livre publié sur l'intelligence par un de ses disciples, M. Taine, qui a adopté exclusivement les méthodes des auteurs que nous venons de citer et leur a emprunté la plupart de ses raisonnements. Sur les deux volumes qui composent cet ouvrage important, un volume entier est consacré à l'étude des sensations, et, comme chez les auteurs dont M. Taine s'est inspiré, on n'y voit guère cités que des physiologistes ou des médecins et les observations médicales y remplacent ces vaines dissertations des philosophes classiques, «marmottant, comme le « dit G. Lewes, d'une façon pitoyable, sur le moi, l'œil interne, l'infini, le vrai, le beau, «le bien.»

§ 1er.

ÉLÉMENTS DE L'ACTIVITÉ INTELLECTUELLE DU SYSTÈME NERVEUX. — IMPRESSIONS FOURNIES PAR LES SENS.

Impressions fournies par les sens. — Origine des idées. Les seules connaissances que nous puissions avoir du monde extérieur et de nous-mêmes ont pour éléments les impressions reçues par les sens. Transmises d'abord par les nerfs à la substance grise de la moelle épinière où elles subissent une première élaboration, les impressions sont ensuite conduites au cerveau où elles sont perçues et transformées en idées. Conservées par la mémoire, ces idées deviennent les éléments de nos connaissances et de nos jugements.

Dans un précédent chapitre nous avons fait voir que toutes nos sensations ne sont en dernière analyse que la perception des modifications que font subir à nos sens les agents extérieurs et que la nature réelle de ces agents nous est profondément inconnue. Nous y avons vu que les propriétés des corps sont toujours relatives, et que nous ne percevons que des rapports. Nous définissons un corps comme l'or, par exemple, en disant qu'il est lourd, jaune, a une saveur métallique etc., c'est-à-dire produit sur nos sens telle ou telle modification que nous nommons pesanteur, lumière, saveur etc.; mais il est évident que ce sont là des propriétés qui n'existent pas en elles-mêmes, et sont relatives au milieu où l'or se trouve et aux corps avec lesquels il est en contact. Quand je dis que l'or est pesant, j'exprime un fait qui n'a rien d'absolu et qui indique simplement comment ce métal se comporte à l'égard du milieu où il est. Placé à une distance de la terre suffisante pour le soustraire à l'attraction, il ne serait pas entraîné vers le centre de cet astre et par suite ne pèserait plus rien. Transporté sur la planète Jupiter, le même morceau d'or y pèserait plus du double de ce qu'il pèse à la surface de notre globe. Sur la surface de la lune, il pèserait, au contraire, six fois moins. Ce que nous disons de la pesanteur peut se dire

aussi des autres propriétés des corps, qui sont également relatives. Solide à une température, l'or est gazeux à une autre; jaune quand on le regarde par réflexion, il est vert quand on le voit par transparence.

Toutes les propriétés des corps ne peuvent donc se définir que par l'indication de la manière dont ils se comportent relativement à d'autres corps, et la façon dont ils se comportent n'est appréciable pour nous que par la perception des impressions qu'ils produisent sur nos sens.

En se basant sur ce fait incontestable, que nous ne percevons en réalité que les modifications que les corps font subir aux organes des sens, l'évêque Berkeley en était arrivé, par un raisonnement célèbre, à nier complétement l'existence de la matière.*

Sans doute nous ne savons rien du monde tel qu'il est, et ce que nous en apercevons n'est qu'une apparence. Mais on ne saurait nier que derrière cette apparence se trouve quelque chose. Nous sommes à l'égard de ce quelque chose comme serait un observateur étranger aux lois de l'optique en présence des apparitions fantastiques créées par un appareil de fantasmagorie. Sans doute il pourrait prouver facilement, par l'étude des images qu'il observerait, qu'elles ne sont que des apparences; mais bien qu'ignorant la cause qui les produit, il arriverait certainement cependant à conclure que derrière ces apparences existe une réalité, quoique cette réalité fût inconnue pour lui.

Au point de vue de nos connaissances, il importe peu que nous percevions la réalité même ou son apparence, car cette apparence est en rapport intime avec la réalité. L'expérience nous enseigne en effet que, dans des circonstances identiques, les mêmes

* «La matière peut être définie une possibilité permanente de sensation, dit Stuart « Mill. Si l'on me demande si je crois à la matière, je demanderai si l'on accepte « cette définition; si on l'accepte, je crois à la matière, et ainsi font tous les Ber« keleyens. Dans tout autre sens, je n'y crois pas, et j'affirme avec confiance que « cette idée de la matière renferme toute la signification qu'on y rattache en géné« ral, à part les théories philosophiques ou théologiques.» Des possibilités et des nécessités de sensations, répète après Stuart Mill M. Taine dans son livre *De l'Intelligence*, à cela se réduisent les pouvoirs et partant les propriétés, partant la substance même des corps.

corps produisent des effets semblables sur nos sens. Nous pouvons donc, et c'était là le but de notre démonstration, considérer comme des éléments de connaissance suffisamment précis les matériaux dont nos sensations transformées en idées constituent la trame.

Les impressions et les idées qui en sont les images ne sont que des signes dont l'expérience nous apprend la valeur et que nous contrôlons l'un par l'autre. Quand j'entends le son d'une cloche, l'expérience m'a appris que les vibrations plus ou moins nombreuses qui se produisent dans mon oreille correspondent au bruit d'une cloche, et au lieu de localiser ce bruit dans la membrane du tympan où il s'engendre réellement, je le reporte instinctivement à la cloche. L'image du monument que je crois voir devant moi est en réalité au fond de mon œil, et si elle était ailleurs, le monument serait invisible pour moi ; mais l'expérience m'a fait voir qu'à une telle image correspond un objet d'une forme déterminée situé à une distance également déterminée, et cette image perçue par le cerveau me fait immédiatement connaître les dimensions du monument et la distance à laquelle il se trouve. L'aveugle de naissance auquel on vient de rendre la vue n'a pas une telle expérience ; aussi quand il voit un objet, fût-il à plusieurs centaines de mètres, il croit que cet objet touche ses yeux, semblable à l'enfant qui, trop jeune encore pour avoir appris à connaître la valeur des signes fournis par les sens, veut saisir les objets dont l'image vient frapper sa rétine, étend les bras pour prendre les jouets hors de sa portée ou la lune dont il voit les blafards rayons briller sur son berceau.

Conservation des sensations transformées en idées. — Mémoire. La sensation apportée aux centres nerveux par les nerfs y produit une modification inconnue, mais qui possède ce caractère fondamental de pouvoir être conservée par eux et se reproduire dans des circonstances déterminées. La sensation perçue forme ce que l'on nomme une *idée*. Le phénomène en vertu duquel se produit sa conservation a été désigné sous le nom de *mémoire*.

Nous ignorons absolument la nature des changements que les impressions sensorielles peuvent faire éprouver aux cellules nerveuses, mais il faut sans aucun doute que ces modifications soient profondes, car la cellule arrivée au terme final de son existence les lègue à la cellule qui la remplace. La durée de la mémoire est évidemment beaucoup plus longue que la durée éphémère des éléments de nos organes.

Grâce à cette propriété des cellules nerveuses de conserver les impressions fournies par les sens et de les représenter à l'esprit sous l'influence de l'attention ou de tout autre excitant convenable, nous pouvons à volonté revoir par la pensée les événements passés, souvent aussi vivants que lorsqu'ils frappèrent nos sens pour la première fois.

Un peintre habile peut revoir assez fidèlement dans son esprit le modèle qu'il a vu une fois pour copier exactement ses traits sans autre guide que le souvenir. Mozart ayant entendu un jour le *miserere* de la chapelle Sixtine le nota de mémoire. Pour que cette opération fût possible, il fallait évidemment que sa mémoire lui répétât toutes les sensations innombrables produites par l'ensemble des notes compliquées qui composaient ce morceau.

Avec ce degré de mémoire, le souvenir de la sensation diffère si peu de la sensation elle-même qu'on arrive souvent à ne plus les distinguer et alors l'hallucination commence. C'est ce qui arriva dans l'exemple que nous avons cité de ce peintre qui revoyait à volonté, sur la chaise où il faisait poser ses modèles, les individus qu'il y avait vus une fois et qui finit à la longue par ne plus distinguer la réalité de l'apparence.

A l'état normal, nous distinguons l'idée de l'objet dont elle est l'image par sa comparaison avec des sensations vraies. Dans le rêve, alors que nos sens ne fonctionnent plus, cette comparaison est impossible, et nous acceptons comme des réalités les idées qui se présentent à nous et nous semblent aussi vivaces que des sensations vraies, parce que rien ne détourne notre attention de leur contemplation. Dans l'hypnotisme et le magnétisme, on arrive par certaines manœuvres à détourner tellement l'attention du

sujet plongé dans cet état, qu'il accepte comme le rêveur toutes les idées qui se présentent à lui ou qu'on lui suggère.*

L'expérience la plus vulgaire nous montre que les cellules des centres nerveux ne sont pas aptes chez tous les individus à retenir au même degré les diverses idées produites par les sensations. Il y a des personnes qui ont la mémoire des formes et non celle des couleurs ou des sons; d'autres, celle des mots et non celle des faits. La première est commune chez les peintres et les sculpteurs; on la rencontre aussi chez les joueurs d'échecs qui conduisent plusieurs parties sans regarder le jeu et voient à chaque coup, comme dans un miroir intérieur, l'échiquier lui-même et l'ordonnancement de toutes ses parties. Il en est de même pour les calculateurs de mémoire, qui écrivent mentalement sur un tableau imaginaire la série d'opérations partielles exécutées par eux pour arriver au résultat définitif.

La mémoire sert à retenir non pas seulement les idées qui dérivent des sensations, mais encore les mots ou les signes qui par des artifices de langage sont destinés à remplacer les sensations.

Pour un musicien les mots *do ré mi* réveillent dans l'esprit des

*Nous avons déjà mentionné ces faits dans notre chapitre des sensations. En raison de leur intérêt nous en indiquons de nouveau quelques-uns. « Un certain G. H. étant hypnotisé, on plaça devant lui un verre d'eau pure qu'on l'amena à prendre pour du brandy Il le loua comme excellent. Cette eau avait bien pour lui le goût du brandy et il en demanda d'autre tout en buvant avec avidité. Dans un second cas, J. K. étant dans le même état anormal, fut invité à boire un peu d'eau fraîche, et tandis qu'il obéissait, l'opérateur en but lui-même un peu qu'il cracha aussitôt en employant une expression de dégoût et d'horreur. Immédiatement cet acte suggéra fortement au sujet que cette eau était mauvaise ou même empoisonnée, si bien que dans cette persuasion il la rejeta aussi avec horreur. Même illusion quand l'image suggérée est celle d'une sensation de tact. C. D. étant hypnotisé fut amené à croire qu'il était couvert d'abeilles. Tout aussitôt il ajouta foi à cette suggestion et agit exactement comme ferait une personne piquée. Il donna tous les signes de la douleur, secoua ses cheveux, se frotta le visage avec les mains d'une manière frénétique et se dépouilla ensuite de sa veste pour se débarrasser de ses ennemies imaginaires. Il souffrait évidemment d'une hallucination de la sensibilité générale. On peut encore dire la même chose d'une autre personne, E. T., qui dans les mêmes conditions de somnambulisme fut amenée par suggestion à croire qu'elle avait une violente odontalgie. L'opérateur augmentant l'effet de ses paroles en appliquant son doigt sur la joue du sujet, celui-ci se pressait le visage dans les mains et s'agitant de droite à gauche, se tordait dans la douleur.» (*Annales médico-psychologiques*, et Taine, *De l'Intelligence*.)

sons déterminés. A la lecture d'une partition, un artiste habile entend non-seulement les accords successifs dont elle se compose, mais encore le timbre des instruments. Le signe est alors tout à fait identifié avec la sensation et la remplace, ce qui nous permet de comprendre comment des musiciens, comme Beethoven, ont pu arriver à composer des chefs-d'œuvre bien qu'absolument sourds.

La mémoire permet aussi de se rappeler des mots sans que ces mots représentent des idées bien définies. Cette mémoire des mots est en réalité une mémoire des sons. Elle donne à l'individu qui en est doué une grande facilité pour apprendre et s'exprimer même sur les choses qu'il ne comprend pas. Rarement, comme l'avait déjà fort bien remarqué Aristote, on la rencontre avec une grande intelligence. Il semble que la faculté de retenir les mots sans peine empêche l'esprit de faire les efforts nécessaires pour en approfondir le sens. C'est à cette faculté utile mais dangereuse que sont dus les petits prodiges de nos colléges, les lauréats des concours universitaires, les avocats qui dissertent indifféremment sur tout, esprits superficiels habitués à ne considérer que la forme, aussi impuissants à réfléchir profondément qu'à bien comprendre, et qu'on voit apparaître en foule dans les nations aux heures de leur décadence.

La propriété qu'ont les cellules nerveuses de conserver les impressions des sens peut se perdre sous des influences diverses. Chacun sait qu'elle diminue avec l'âge. Certaines substances, comme la nicotine, la détruisent plus ou moins. Elle disparaît aussi dans diverses maladies. On cite dans plusieurs ouvrages l'histoire d'un savant qui, au moment de partir pour un voyage, fit une chute dont le résultat fut de lui faire perdre la mémoire au point qu'il oublia pendant quelque temps l'endroit où il voulait aller, son nom, celui de ses parents et toute l'instruction qu'il avait acquise.

J'ai comparé dans mon chapitre des sensations la mémoire à la plaque photographique qui, si courte qu'ait été la pose, contient l'image de l'objet qui s'est trouvé devant elle et qu'un révélateur suffisamment énergique finit par faire apparaître. Si courte qu'ait été l'impression faite sur nos sens, il semble que les cellules nerveuses puissent en garder toujours la trace. Les faits d'individus

parlant dans une maladie des langues qu'ils ne connaissaient pas, mais qu'ils avaient entendu parler dans leur jeunesse, prouvent l'existence de cette propriété.

Sans le pouvoir que possèdent les cellules nerveuses de conserver le souvenir des sensations ou de leurs signes et de les représenter à l'esprit lorsqu'il en a besoin, l'homme serait impuissant à acquérir aucune connaissance et serait perpétuellement dans l'état de l'enfant qui vient de naître. La parole notamment serait absolument impossible, et si l'absence de la mémoire était réellement complète, on peut certainement affirmer qu'une foule de mouvements qui semblent tout naturels chez l'homme et ne sont en réalité que le fruit d'une patiente éducation, comme la marche par exemple, seraient complétement impossibles.

§ 2.

ÉLABORATION DES MATÉRIAUX FOURNIS PAR LES SENS ET CONSERVÉS PAR LA MÉMOIRE.

Élaboration des impressions sensorielles. Les impressions des sens sont, comme nous venons de le voir, l'origine de toutes nos idées, et ces idées, conservées par la mémoire, sont la base de toutes nos connaissances. En dissociant les éléments de l'idée la plus complexe, on y retrouve toujours la sensation comme élément primitif.

Il ne faudrait pas cependant croire que ces deux éléments, sensation et mémoire, soient suffisants pour l'édification de nos connaissances. Un grand nombre d'animaux ont des sens et une mémoire au moins aussi parfaits que ceux de l'homme, et cependant ils lui sont très-inférieurs. Les sensations ne sont en effet que des matériaux; on peut les comparer à des couleurs étalées sur une palette et qui ne peuvent constituer un tableau qu'à la condition d'être convenablement associées. Bien que les matériaux soient les mêmes, les résultats seront bien différents suivant la main de l'artiste qui les aura maniés. Le bloc de marbre dont le maçon ne saurait que faire revêt les formes les plus variées dans les mains du

statuaire. Les éléments dans ces divers cas sont restés les mêmes, leur élaboration seule a varié.

C'est au moyen de nos facultés que nous élaborons les matériaux fournis par les sensations, c'est-à-dire les idées. Sans les idées, les facultés seraient aussi inutiles que le serait au sculpteur son talent s'il n'avait pas un bloc de marbre à ciseler. Chez l'enfant, dont le cerveau est vierge d'impressions, ce n'est que lorsque les images des objets qui se présentent à lui sont devenues les idées de ces objets et qu'un nombre suffisant de ces idées ont été fixées par la mémoire que l'entendement peut commencer à fonctionner.

Les facultés avec lesquelles nous utilisons nos idées ne sont pas ces entités mystérieuses que la vieille philosophie plaçait au fond de notre conscience comme des individualités douées chacune de propriétés distinctes. Elles représentent simplement à nos yeux les aptitudes héréditaires ou acquises que possédent nos centres nerveux à utiliser d'une façon déterminée les matériaux fournis par les sensations.

Anciennes classifications des facultés. — L'importance que l'école anglaise a donnée à l'étude de la sensation lui a fait négliger l'étude des facultés, et nous voyons le fidèle disciple de cette école, M. Taine, consacrer deux volumes à l'étude de l'intelligence qu'il prend pourtant comme synonyme de connaissance, sans mentionner seulement l'influence de nos facultés sur l'utilisation des sensations. Je crois qu'en négligeant cette étude, il serait tout à fait impossible de comprendre pourquoi un lapin ou un dromadaire, dont les sens sont cependant aussi parfaits que ceux de l'homme, n'arriveraient pas à raisonner aussi bien qu'un Pascal ou qu'un Newton.

Sans doute, comme je le montre, du reste, dans ce chapitre, les facultés sont des résultantes plus ou moins complexes et la division de l'intelligence en départements séparés est toujours fictive. Mais les fictions de cette sorte sont indispensables pour la netteté du langage. Elles correspondent d'ailleurs à des faits déterminés dont nous ne pouvons nullement contester l'existence.

Toutes les tentatives de classification des facultés faites jusqu'ici n'ont qu'une valeur minime et leur discussion serait sans utilité. Nous croyons cependant intéressant au point de vue historique de donner la classification créée par Gall, modifiée par Comte et reproduite par Béraud et Robin dans leur *Traité de physiologie :*

Instincts personnels	Instinct de la conservation de l'individu, d'où. . . .	1°	*Instinct nutritif.*
	Instinct de la conservation de l'espèce, d'où. . . .	2°	*Instinct sexuel.*
		3°	*Instinct maternel.*
	Instinct de perfectionnement par destruction, d'où .	4°	*Instinct militaire.*
	Instinct de perfectionnement par construction, d'où	5°	*Instinct industriel.*
	Ambition temporelle, besoin de domination, d'où .	6°	*Orgueil.*

Inst. sociaux (Facultés morales)	Ambition spirituelle, besoin d'approbation, d'où . .	7°	*Vanité.*
	Affection individuelle désintéressée, d'où	8°	*Attachement.*
	Soumission, respect, d'où.	9°	*Vénération.*
	Amour universel, sympathie, d'où.	10°	*Bonté.*
Intelligence (Facultés intellectuelles)	Observation relative aux êtres, d'où	11°	*Esprit de synthèse.*
	Observation relative aux événements, d'où	12°	*Esprit d'analyse.*
	Méditation inductive, d'où.	13°	*Esprit de comparaison*, d'où *généralisation.*
	Méditation déductive, d'où	14°	*Esprit de coordination*, d'où *systématisation.*
	Expression mimique, orale, écrite, d'où	15°	*Esprit de communication.*
Activité.	Activité conduisant à entreprendre, d'où	16°	*Courage.*
	Activité conduisant à diriger, d'où.	17°	*Prudence.*
	Activité conduisant à accomplir, d'où	18°	*Fermeté*, d'où *persévérance.*

La plupart des opérations de l'esprit peuvent se ramener à des associations d'idées identiques ou différentes, et c'est de la plus ou moins grande capacité à associer les idées et à percevoir leurs analogies ou leurs différences, que résulte le plus ou moins d'intelligence.

En raison des rapports qui relient entre elles les cellules nerveuses, toutes les fois que deux sensations et partant deux idées se seront produites simultanément ou se seront immédiatement succédé, il arrivera ensuite que quand l'une se représentera à l'esprit, l'autre s'y présentera aussitôt. Lorsque chez l'enfant la vue d'un objet est accompagnée d'un signe ou d'un son déterminé, la vue nouvelle de ce signe, l'audition de ce son réveilleront plus tard l'idée de l'objet qui lui était primitivement associé. C'est sur cette faculté d'association qu'est basée la connaissance du langage, qui sans elle serait impossible. Nous avons vu aussi dans notre chapitre des sensations que c'est sur l'association des idées qu'est fondée toute l'éducation, l'éducation morale surtout, qui consiste à associer habituellement certaines idées à certaines autres comme l'idée de honte ou de punition aux actions mauvaises, de façon que l'évocation des dernières entraîne aussitôt la production des premières. C'est également par l'association des idées que la production d'une sensation, le réveil d'une idée tendent à ramener dans l'esprit toutes les idées analogues produites par les impressions antérieures.

Si tous les objets qui se présentent aux sens étaient perçus par les centres nerveux avec une intensité égale, l'entendement serait embarrassé par cette masse de matériaux, et, obligé de se répartir sur leur ensemble, il perdrait en profondeur à mesure qu'il gagnerait en étendue; mais grâce à une aptitude spéciale nommée *l'attention*, nous pouvons obliger nos sens à s'occuper uniquement de l'objet qui les intéresse et les fermer aux autres impressions. Le chasseur ne voit pas les objets qui entourent le gibier qu'il poursuit, bien que leur image se trouve cependant dans son œil. Le savant, absorbé par une expérience difficile, n'entend pas les bruits qui se passent dans la rue, et qui cependant ébranlent son oreille. Le soldat, dans le feu du combat, ne sent pas souvent les blessures les plus profondes.

Il peut donc arriver, lorsque l'attention est suffisamment détournée, que les sensations ne soient pas perçues, mais il arrive aussi que lorsqu'elle est concentrée sur un sens ou sur une faculté, elle augmente considérablement leur puissance. La perfectibilité d'un sujet dépend en grande partie, pour cette raison, de la somme d'attention dont il est capable. On raconte que le directeur d'une ménagerie ambulante, habitué à acheter ses singes au Jardin zoologique de Londres, doublait le prix qu'il donnait de ces animaux quand on les laissait quelques jours à sa disposition avant l'achat. Cet industriel avait très-bien observé que les animaux les plus capables d'attention étaient aussi les plus faciles à instruire. Lorsque le sujet se laissait facilement distraire par une cause légère, comme le vol d'une mouche, par exemple, il n'essayait jamais d'entreprendre son éducation.

Les modifications subies par l'attention dans les affections mentales sont généralement profondes. Le monomane ne peut détourner son attention de l'objet sur lequel elle est concentrée, le maniaque ne peut la fixer sur rien, le dément ne peut la maintenir longtemps sur le même objet, l'imbécile et l'idiot sont incapables d'attention. Pour Esquirol la monomanie se caractérisait par la concentration de l'attention, la manie par sa dispersion, la démence par son engourdissement, l'idiotie et l'imbécillité par son absence.

Les diverses notions fournies par les sens sont souvent erronées et ont besoin d'être complétées par celles des autres sens ou par le rapprochement des idées résultant de sensations antérieures. Un bâton plongé dans l'eau paraît brisé; un individu éloigné semble beaucoup plus petit qu'il ne l'est réellement; les arbres d'un paysage regardés de l'intérieur d'un wagon en mouvement semblent fuir à toute vitesse; plusieurs échantillons du même rouge placés sur des surfaces blanche, jaune, bleue et noire paraissent de teintes absolument différentes, bien que provenant d'un morceau homogène. Alors intervient le jugement qui compare les sensations entre elles, les rapproche d'idées remémorées et, toujours par association d'idées, perçoit leur analogie ou leur différence.

C'est grâce au *jugement*, faculté très-complexe puisqu'elle implique la mémoire, l'attention, la comparaison etc., que nous arrivons à nous former une idée relativement exacte des choses. A mesure que nous avançons dans la vie, les impressions nouvelles viennent compléter et toujours plus ou moins modifier les impressions anciennes, et c'est ainsi que l'expérience se forme. Soutenir que dans l'appréciation de divers faits on n'a jamais changé d'opinion, c'est montrer qu'on n'a rien appris depuis le jour où cette opinion première s'est formée.

L'ensemble des aptitudes diverses qui nous conduisent à la manifestation de nos actes volontaires est habituellement désigné sous le nom de *raison*. Si on la considère comme faculté unique, son existence ne saurait être admise. La raison est le résultat d'un ensemble d'aptitudes exigeant le concours de facultés fort nombreuses, et de même que la vie de l'individu est la somme d'une multitude de vies appartenant chacune en propre aux divers éléments de l'organisme, de même aussi la raison est la résultante d'une série de phénomènes fort complexes. Pour en comprendre le mécanisme, il faut l'étudier non chez l'individu à l'état adulte, mais au début de son évolution ascendante, c'est-à-dire aux premiers âges de la vie, alors que les éléments de toutes nos connaissances ne sont constitués encore que par la perception de quelques sensations.

Ce que nous disons de la raison on peut le dire aussi de la

volonté : elle est le résultat de toute une série de phénomènes dont l'un est déterminé par l'autre.

« La volonté, dit Bain, est un mécanisme fait de détails ; elle réclame des acquisitions aussi nombreuses et aussi distinctes que l'étude d'une langue étrangère. L'unité qu'on s'imagine exister dans le pouvoir volontaire et qui est suggérée par l'apparence qu'elle présente à l'âge mûr, alors que nous semblons capables, sur le plus petit souhait, de produire un acte, est le résumé et le comble d'un vaste ensemble d'associations de détails, dont l'histoire a été perdue de vue ou oubliée. »*

Il faut une longue éducation à l'animal, en effet, pour plier ses organes à l'action de la volonté. L'acte si simple de cracher volontairement exige tant d'efforts, que ce n'est que vers la fin de sa deuxième année que l'enfant peut l'exécuter.

« L'expérience démontre, écrit un de nos philosophes spiritualistes les plus convaincus, M. Vacherot, dans son livre *Science et Conscience*, qu'il règne une telle constance, un tel ordre dans la succession de certains phénomènes moraux, qu'il est possible d'en prévoir le retour, sinon avec l'absolue certitude qui s'attache aux prévisions de l'ordre scientifique, du moins avec une très-grande probabilité. Etant donnés tel esprit, tel caractère, tel instinct, telle passion, telle idée, on peut prédire le genre de vie de l'homme ainsi fait sinon dans les plus minces détails, du moins dans les principaux traits qui le caractérisent. »**

* Tr. Ribot, *Psychologie anglaise.*

** Un des plus illustres savants de l'Angleterre, Huxley, va encore plus loin dans cette voie. « Tous les êtres animés ou inanimés, dit-il, dans un compte rendu du livre de Hæckel sur l'histoire naturelle de la création, sont le résultat de l'action mutuelle, d'après des lois définies, des forces appartenant aux molécules qui composaient la nébuleuse de l'univers. Si cela est vrai, il n'est pas moins certain que le monde actuel existait virtuellement dans la vapeur de cette nébuleuse et qu'une intelligence suffisante des propriétés des molécules de cette vapeur aurait pu prédire, par exemple, l'état de la faune de la Grande-Bretagne en 1869 avec autant de certitude que l'on peut dire ce que deviendra la vapeur de l'haleine par un jour d'hiver.

« Considérons une de ces horloges que nous appelons des coucous. Elle a un tic-tac bruyant, marque les heures, les minutes, sonne, etc. Quand elle est montée, tous ces phénomènes sont virtuellement contenus dans son mécanisme, et un horloger habile pourra prédire ce qu'elle fera après en avoir examiné la structure.

« Si la théorie de l'évolution est vraie, la structure moléculaire du gaz cosmique se trouve avec les phénomènes du monde dans le même rapport que la structure de l'horloge avec les phénomènes de cette dernière. » (*Rev. Scientifique*, 1870.)

Ce sont là des faits dont l'évidence ne saurait être niée en effet, et à défaut du simple raisonnement, la statistique nous montre à quel point l'homme, comme tous les animaux du reste, subit l'influence de son organisation et de son milieu. Sur un grand nombre d'individus soumis aux mêmes influences, on peut, comme l'a prouvé Quételet, déterminer rigoureusement d'avance le nombre d'espèces diverses de crimes, d'actes vertueux, etc. commis dans un temps donné. « Ce qui semble être l'effet de la volonté libre, des passions, ou de l'intelligence plus ou moins grande de l'homme, dit à ce propos l'illustre Liebig, est cependant lié à des lois aussi fixes, aussi éternelles et immuables que les lois des phénomènes matériels. Personne ne connaît le jour ou l'heure de sa mort, et rien ne semble plus fortuit que la naissance d'un garçon ou d'une fille ; mais on sait aussi bien, et même mieux qu'aucune vérité humaine, combien d'individus meurent sur un million dans l'espace de 10, 20, 40 ou 60 années, combien un million de naissances donne de filles ou de garçons.

« La statistique des tribunaux démontre le retour régulier des mêmes crimes. Il en résulte ce fait incompréhensible pour nous, parce que la contingence des effets nous échappe, que, dans chaque grand pays, le nombre des crimes et de leurs différentes variétés peut se prédire, pour chaque année à venir, avec la même certitude que le nombre des naissances et des morts naturelles. Pour 100 accusés comparaissant devant la cour suprême, il y a en France soixante et une, en Angleterre soixante et onze condamnations. Les variations ne s'élèvent, terme moyen, qu'à un centième du chiffre total. On peut de même prédire avec vraisemblance, pour une période de 15 ans, le nombre des suicides en général, par les armes à feu ou par la corde.

« Tous les phénomènes de la même espèce qui se manifestent périodiquement en grand nombre conduisent à un rapport invariable, c'est cette loi du grand nombre à laquelle obéissent toutes choses, à laquelle sont soumis tous les événements sans exception ».*

Un acte quelconque ne pouvant se produire sans motif, les déterministes considèrent comme certain que les actes volontaires

* Liebig. *Lettres sur la chimie.*

sont toujours consécutifs à des antécédents, et qu'avec une connaissance suffisante du caractère des individus et des circonstances qui agissent sur eux, nous pourrons prédire leurs actes avec autant de certitude que nous arrivons à prédire un grand nombre de phénomènes. Lorsque, par hypothèse, nous nous représentons ayant agi autrement que nous ne l'avons fait, nous supposons toujours une différence dans les antécédents de l'acte.*

* **La psychologie anglaise et le libre arbitre.** — Il ne sera pas sans intérêt d'examiner ici comment les psychologistes anglais essaient de concilier la liberté qu'il semble évident que nous possédons de choisir un projet, de faire certaines actions etc. avec la nécessité d'agir d'après un motif déterminé. Après avoir montré que si, quand nous prédisons les actes d'un individu, nous ne regardons leur production que comme vraisemblable, c'est que nous ignorons une partie des causes en jeu, et que si nous les connaissions toutes nous pourrions prédire ces actes avec une entière certitude, Samuel Bailey ajoute: « Deux faits sont incontestables : 1° Les actions volontaires résultent des motifs et peuvent être constamment prédites; 2° en « accomplissant ces actions nous n'en faisons pas moins ce qui nous plaît, nous agissons avec une parfaite liberté. Je ne sais, continue-t-il, pourquoi on voit d'ordinaire une incompatibilité dans ces deux faits; pour ma part, je n'en vois aucune et « il ne peut y en avoir, si tous deux sont des faits réels. Pourquoi serait-il incompatible « que vous fassiez ce qu'il vous plaît, et que je prédise moi ce que vous ferez ou même « que je sois cause que vous désiriez le faire? Je produis en vous le désir de faire « une chose, ce qui implique naturellement que je prévois votre action; mais ce « n'est pas vous forcer à la faire. Les mêmes actions humaines peuvent être voulues « avec une liberté parfaite par l'auteur, et prédites avec une entière confiance par « l'observateur. »

Bien qu'adopté par Bain, ce raisonnement me semble difficile à admettre; si je produis chez quelqu'un le désir de faire une chose, bien que je ne le force pas à la faire, ce désir sera le motif déterminant de son acte qui ne peut plus dès lors être considéré comme réellement libre. En approchant un tison enflammé de la figure de quelqu'un, je ne le force pas assurément à s'enfuir, mais il n'en est pas moins évident que mon action sera pour lui un sérieux motif de fuite. Si, en réalité, il ne fuit pas, c'est qu'il sera retenu par un motif plus fort que la crainte de la brûlure, comme par exemple, le désir de me montrer son courage, de me prouver qu'il est libre de fuir ou de ne pas fuir, etc.

A l'argumentation de Bailey, je préfère celle de Morell: « Remarquons, dit-il, que « le motif, c'est ce qui précède immédiatement notre détermination; mais un motif, « à parler exactement, ce n'est qu'un certain état de notre esprit. Nous pouvons, par « suite, agir d'après un motif tout en restant parfaitement libre; car cet état mental « que nous appelons motif ne dépend pas seulement des circonstances extérieures « sur lesquelles nous n'avons aucun pouvoir, mais aussi de notre spontanéité, de « notre personnalité lesquelles sont une partie de notre constitution dont on ne peut « nier l'existence, sans se mettre en désaccord avec toute vérité psychologique. »

Malgré ces explications plus ou moins ingénieuses, il est à croire que la question du libre arbitre restera encore longtemps, comme le dit Bain, « la serrure brouillée de la métaphysique, » un problème, du reste, mal posé.

§ 3.

ACTIVITÉ INCONSCIENTE DU SYSTÈME NERVEUX.

Actes inconscients placés sous la dépendance de la moelle épinière. Les nerfs sensitifs apportent, comme nous le savons, à la substance grise de la moelle épinière les impressions reçues par les sens, et les fibres blanches qui partent de cet axe les conduisent au cerveau, où elles sont perçues et élaborées ; mais toutes les impressions n'arrivent pas ainsi à la couche corticale du cerveau. La moelle épinière est un centre nerveux indépendant qui tient sous sa dépendance, non-seulement tous les actes de notre organisme : circulation, respiration, etc. qui s'accomplissent absolument à notre insu et sans l'intervention du cerveau, puisqu'ils subsistent en son absence, mais encore une foule d'actes intellectuels. Si j'enlève le cerveau à une grenouille, ses diverses fonctions : digestion, circulation, respiration etc. continuent à s'accomplir, mais nous voyons aussi s'accomplir certains actes qui nous semblent ne pouvoir être habituellement déterminés que par le raisonnement et par suite placés sous la dépendance du cerveau. Si nous posons une goutte d'un acide sur l'animal, il cherche à l'enlever avec une de ses pattes ; si on coupe cette patte il fait quelques efforts pour se servir du moignon, mais reconnaissant que ses efforts sont inutiles, il se sert bientôt de l'autre patte.

L'expérience nous enseigne que, lorsqu'un acte se répète fréquemment, il finit par s'accomplir très-régulièrement sans l'action de l'intelligence, c'est-à-dire sans que le cerveau prenne part à sa manifestation. Que d'efforts au début de la vie pour apprendre ces mouvements compliqués qui constituent la marche et l'écriture, par exemple, tandis que plus tard nous n'avons plus conscience des mouvements nécessités par ces opérations. Dans la marche nous savons alors proportionner sans aucune attention les mouvements des membres à l'effort qu'ils doivent accomplir, et en écrivant nous pensons, non comme l'enfant qui apprend à écrire, aux caractères

que nous traçons, mais uniquement à l'idée que nous voulons traduire. Il est probable que lorsque certains groupes de fibres et de cellules sont simultanément excités par la volonté, ils peuvent à la longue devenir assez solidaires pour que l'excitation des uns entraîne toujours l'activité consécutive des autres.

Dans les exemples que nous venons de citer, comme dans tous ceux du même genre, l'exercice semble avoir pour résultat de placer sous la dépendance de la moelle épinière, c'est-à-dire de rendre inconscients pour nous, le plus grand nombre d'actes possible et de diminuer ainsi d'autant l'action du cerveau. C'est là le but auquel tend chaque éducation spéciale; à force d'être répétés, certains actes finissent par devenir automatiques, c'est-à-dire que, sous l'influence de l'habitude, ils s'accomplissent sans le moindre effort. Voyez la recrue maniant gauchement son fusil, malgré l'extrême attention qu'elle prête aux explications qui lui sont données, et voyez le vieux soldat exécutant les mêmes mouvements d'une façon si inconsciente, qu'il pourrait soutenir avec un camarade une conversation animée sans nuire en rien à leur précision. C'est le cerveau qui fonctionne dans le premier cas, la moelle épinière dans le second.

Tous les actes automatiques, et par suite inconscients, ont, comme je l'ai dit déjà dans mon chapitre des sensations, un caractère spécial de perfection. Il suffit pour s'en convaincre de voir l'oiseau retrouvant sans boussole son chemin à travers l'océan, ce dont serait incapable le navigateur le plus habile, l'abeille construisant son alvéole régulière etc.; mais cette perfection si totalement incompréhensible pour nous ne doit pas nous sembler étrange quand nous voyons la régularité extrême avec laquelle s'exécutent toutes les fonctions placées sous la dépendance de la moelle épinière : digestion, circulation, respiration, renouvellement des tissus, etc. Dans ces actes d'où la vie découle et dont l'interruption momentanée serait la mort, pas d'influence de la volonté ni du cerveau, et partant jamais d'hésitation dans leur accomplissement.

Ces actes automatiques, que la moelle épinière dirige et dont la perfection est telle, qu'après plusieurs milliers d'années d'étude

nous commençons à peine à saisir leur merveilleux mécanisme, sont habituellement qualifiés d'inconscients parce que le moi n'a pas effectivement connaissance de leur accomplissement. Mais nous ne pouvons nullement en inférer que la moelle épinière n'en ait pas conscience. Il est évident, au contraire, qu'elle a conscience par les nerfs sensitifs de l'état des organes placés sous sa dépendance. Il serait impossible autrement de comprendre comment elle pourrait proportionner son action aux effets à accomplir, effets si variables selon l'état des organes. Suivant les circonstances, le cœur doit accélérer ou ralentir ses battements, l'estomac sécréter plus ou moins de suc gastrique, les éléments des tissus se renouveler avec une rapidité variable etc.

Tous ces actes de la vie organique exigent, en réalité, une influence constante et toujours proportionnée à leurs besoins, des éléments nerveux sous la dépendance desquels ils sont placés, et en définitive l'action de ces derniers, quel qu'en soit le ressort, a pour conséquence des résultats bien supérieurs à ceux auxquels pourraient nous conduire les raisonnements les plus parfaits.

Actes inconscients placés sous la dépendance du cerveau. C'est en nous fondant sur l'anatomie descriptive qui nous enseigne que les nerfs vont dans la moelle épinière avant d'aller au cerveau, sur l'anatomie comparée qui nous prouve que la moelle épinière devient d'autant plus volumineuse et le cerveau d'autant moindre que l'animal descend davantage dans la série des êtres, et enfin sur la physiologie expérimentale qui nous montre la production d'actes réguliers adaptés à un but déterminé en l'absence du cerveau, que nous avons divisé les sensations et les actes qui en dérivent en phénomènes conscients et inconscients, et placé les premiers sous la dépendance du cerveau, et les seconds sous celle de la moelle épinière. Mais en établissant cette division, nous n'avons nullement voulu dire que toute l'activité du cerveau fût forcément consciente. Un grand nombre des actes cérébraux, je dirai même la plupart, se passent, au contraire, entièrement à notre insu, et nous n'avons guère conscience que de leurs résultats. Dans ses recherches sur ce qu'il a appelé la *cérébration inconsciente*, Carpenter a

montré comment l'intelligence peut résoudre à notre insu des questions très-compliquées sans que le raisonnement ait à intervenir. « Beaucoup de nos jugements, dit ce physiologiste, sont basés sur une expérience acquise à l'aide d'un travail dont nous sommes tout à fait inconscients. De même que des changements visuels peuvent s'opérer dans la rétine sans que nous y soyons sensibles, par suite d'une inactivité temporaire du sensorium, ou bien parce que l'attention est tout entière absorbée ailleurs, de même il peut se faire dans le cerveau des changements d'idées auxquels nous pouvons être insensibles pour le moment par un défaut de réceptivité de la part du sensorium, mais dont les résultats peuvent plus tard se présenter à notre conscience sous forme d'idées élaborées par un travail automatique que nous ignorons complétement. »

C'est pour cette raison que dans le sommeil nous trouvons souvent la solution de problèmes vainement cherchés pendant la veille. Dans ce cas, comme dans tous les cas analogues, l'activité inconsciente est en rapport avec le cours habituel de la pensée et exprime le résultat de l'éducation et de toute la discipline antérieure de l'esprit ; un musicien ne résoudra jamais automatiquement un problème d'algèbre et un mathématicien ne groupera pas spontanément des notes de façon à constituer un chef d'œuvre-musical.

L'activité automatique des centres nerveux se manifeste, du reste, dans les actes les plus habituels de l'intelligence. Souvent quand, après avoir cherché vainement un nom oublié, la solution d'un problème difficile, nous cessons de nous occuper de cette recherche, le nom oublié, la solution cherchée se présentent spontanément à l'esprit. Le travail commencé volontairement par nous s'est continué automatiquement dans le cerveau.

« Cette action inconsciente du cerveau, dit l'auteur cité plus haut, s'excerce souvent en donnant à nos jugements une tendance que nous pouvons ignorer tout à fait ; c'est ainsi que presque chacun de nous se trouve plus ou moins sous l'influence des habitudes de pensées et de sentiments qu'on lui a imprimées de bonne heure. Le sens commun est, pour ainsi dire, une intuition acquise, car c'est la résultante de toute l'activité antérieure de l'esprit jointe à

celle du cerveau qui en est l'instrument; sa valeur dépendra conséquemment de la nature de l'éducation et de la discipline qu'ont reçues les facultés intellectuelles. »

§ 4.

ACTIVITÉ CONSCIENTE DU SYSTÈME NERVEUX.

Phénomènes dont le moi a conscience. Par activité consciente du système nerveux on doit entendre, comme nous l'avons dit précédemment, celle dont le *moi* a connaissance.

Ce moi auquel nous rapportons tous les événements extérieurs fut considéré longtemps comme une sorte de personnalité mystérieuse placée au fond de nous-mêmes, juge suprême et régulateur de nos actions; mais une étude plus approfondie de la réalité a montré que c'était là encore une de ces illusions métaphysiques qui ne sauraient résister à l'analyse, et il suffit pour s'en convaincre d'examiner ce que le *moi* deviendrait en dehors du milieu où nous sommes placés. Un animal n'ayant aucun sens serait inférieur, quelles que fussent les aptitudes héréditaires qu'il pourrait posséder, au dernier des êtres; aucune idée ne naîtrait jamais en lui. Plongé dans une sorte de sommeil perpétuel sans rêves, de quoi son intelligence pourrait-elle avoir conscience?

Ce que nous nommons le *moi* est uniquement la connaissance que nous avons d'un nombre variable d'impressions recueillies par nos sens, transformées en idées, puis associées et comparées à des sensations antérieures conservées par la mémoire. Écho plus ou moins fidèle des impressions produites sur nos organes par le monde extérieur, le *moi* ne pourrait pas plus exister sans elles que l'image vue dans une glace sans les objets qu'elle représente. Reflet mobile de tout ce qui nous entoure, il n'a rien d'absolu et est aussi changeant que les organes auxquels est liée sa fragile existence. Comme les eaux d'une source qui se renouvelle toujours en restant la même source, il n'a de stable que son apparence. Sans cesse il se transforme; et en nous reportant par la pensée aux divers âges de notre existence, nous pouvons facilement nous rendre compte à quel point

le *moi* de notre enfance ou de notre jeunesse diffère du *moi* d'aujourd'hui.

Nous avons vu que l'activité consciente du système nerveux est placée sous la dépendance du cerveau, mais que tous les actes cérébraux sont loin d'être conscients. En réalité, nous n'avons conscience que de la plus faible partie d'entre eux. Nos actes les plus conscients sont toujours plus ou moins la résultante d'une série d'actes inconscients. Les idées qui se présentent à nous dans une discussion ou un discours sont la suite d'une élaboration intellectuelle, dont nous n'avons nullement conscience et dont nous ne percevons que les résultats, absolument comme un individu ignorant la mécanique voit l'étoffe tissée par une machine sans avoir la moindre idée du procédé au moyen duquel a été construite sa trame.

§ 5.

ACTIVITÉ DU SYSTÈME NERVEUX CHEZ LES ANIMAUX.

Intelligence chez les animaux. L'activité du système nerveux et le mécanisme des opérations intellectuelles sont les mêmes chez l'animal que chez l'homme et ne diffèrent que par leur degré de perfection. Il serait donc tout à fait inutile de les étudier à part si un préjugé assez répandu encore ne tendait à faire de l'animal, au point de vue intellectuel, une sorte de machine entièrement différente de l'homme. Mais il est bien reconnu aujourd'hui que c'est là encore une de ces illusions qui ne sauraient résister à l'examen.

« S'il est certain, comme le dit un de nos plus profonds penseurs contemporains, Herbert Spencer, que de la simple action réflexe par laquelle l'enfant tette jusqu'aux raisonnements compliqués de l'homme adulte, le progrès se fait chaque jour par degré infinitésimal, il est certain aussi qu'entre les actes automatiques des créatures les plus basses et les plus hautes actions conscientes de l'espèce humaine, on peut disposer toute une série d'actions manifestées par les diverses tribus du règne animal, de telle façon qu'il soit impos-

sible de dire à un certain moment de la série : ici commence l'intelligence. Si du savant qui poursuit ses recherches avec la pleine conscience des procédés de raisonnement et d'induction qu'il emploie, nous descendons à l'homme d'une éducation ordinaire, qui raisonne bien et d'une manière intelligente, mais sans savoir comment ; si de là nous descendons au villageois, dont les plus hautes généralisations ne dépassent guère les faits locaux ; si de là nous tombons aux races humaines inférieures qu'on ne peut considérer comme pensantes, dont les conceptions numériques dépassent à peine celles du chien ; si nous mettons à côté les plus élevés des quadrumanes, dont les actions sont tout aussi raisonnables que celles d'un petit écolier ; si de là nous arrivons aux animaux domestiques ; puis des quadrupèdes les plus sagaces à ceux qui le sont de moins en moins, c'est-à-dire, qui ne peuvent plus modifier leurs actions selon les circonstances et sont guidés par un immuable instinct ; puis si nous remarquons que l'instinct, qui consistait d'abord en une combinaison compliquée de mouvements produits par une combinaison compliquée de stimulus, prend des formes inférieures dans lesquelles stimulus et mouvements deviennent de moins en moins complexes ; si de là nous en venons à l'action réflexe et si, des animaux chez qui cette action implique l'irritation d'un nerf et la contraction d'un muscle, nous descendons encore plus bas chez les animaux dépourvus de système nerveux et musculaire, et que nous découvrions qu'ici c'est le même tissu qui manifeste l'irritabilité et la contractibilité, lequel tissu remplit aussi les fonctions d'assimilation, sécrétion, respiration et reproduction ; et si finalement nous remarquons que chacune des phases de l'intelligence, énumérées ici, se fond dans les voisines par des modifications trop nombreuses pour être distinguées spécifiquement, et trop imperceptibles pour être décrites, nous aurons en une certaine mesure montré la réalité de ce fait : qu'on ne peut effectuer de séparation précise entre les phénomènes de l'intelligence et ceux de la vie en général. » *

Le célèbre naturaliste Darwin soutient une opinion analogue

* Tr. Ribot. *Psych. anglaise.*

dans son dernier ouvrage. * « Si considérable qu'elle soit, la différence entre l'esprit de l'homme et celui des animaux les plus élevés n'est certainement, dit-il, qu'une différence de degré, et non d'espèce. Nous avons vu que des sentiments et des intuitions, diverses émotions et facultés, telles que l'amitié, la mémoire, l'attention, la curiosité, l'imitation, la raison, etc., dont l'homme s'enorgueillit, peuvent s'observer à un état naissant, ou même quelquefois assez développé dans les animaux inférieurs. Ils sont capables de quelques améliorations héréditaires, ainsi que nous le montre la comparaison du chien domestique avec le loup et le chacal. »

Beaucoup de sentiments et de passions qui semblent propres à l'homme se rencontrent aussi chez les animaux quand on les étudie attentivement. « Un chien portant le panier de son maître manifeste, dit Darwin, un haut degré d'orgueil et de contentement de lui-même. Il n'y a pas à douter, ajoute-t-il, que le chien n'éprouve la honte distincte de la crainte et quelque chose qui se rapproche fort de la modestie, lorsqu'il mendie trop souvent sa nourriture. Un gros chien n'a que du mépris pour le grognement d'un roquet; c'est ce qu'on peut appeler de la magnanimité. Plusieurs observateurs ont remarqué que les singes n'aiment pas, certainement, qu'on se moque d'eux. » Enfin, le même observateur affirme être d'accord avec le plus célèbre naturaliste de l'Amérique, Agassiz, pour reconnaître que plusieurs animaux, comme le chien « possèdent quelque chose ressemblant beaucoup à une conscience. »

L'animal sait aussi délibérer, et il semble posséder ce que l'on nomme habituellement le libre arbitre. Un chien, à la poursuite d'un lièvre et que son maître rappelle, fait d'abord la sourde oreille, hésite, puis cédant au sentiment du devoir, plus vif que le désir de posséder le lièvre, revient vers son maître. Un faible oiseau défend ses petits contre un animal plus fort, mais ce n'est pas sans hésitation manifeste. Il y a délibération entre l'instinct de la conservation et l'instinct de l'amour maternel, jusqu'à ce que la plus faible des deux impulsions cède à la plus forte.

On a soutenu aussi que l'homme seul est capable d'amélioration,

* *On the origine of man and sexual selection.* Tr. Moulinier, 1872.

mais c'est là encore une erreur profonde; les vieux animaux savent bien mieux déjouer les embûches de leurs ennemis que les jeunes. Bien que ces derniers aient déjà été rendus défiants par leurs parents, qui leur ont appris, sans doute, que l'homme serait pour eux une bête fort méchante, l'expérience ne les a pas assez instruits pour qu'ils puissent se défier suffisamment de ses embûches. L'expérience est aussi nécessaire à l'animal qu'à l'homme, et, pour l'un comme pour l'autre, elle est toujours la meilleure des conseillères. Reugger rapporte qu'ayant donné un jour à un singe un cornet de papier contenant une guêpe vivante, au lieu de morceaux de sucre qu'il y mettait habituellement, l'animal fut piqué par la guêpe; mais plus tard, toutes les fois qu'on lui donnait un cornet, il le portait d'abord à son oreille pour s'assurer que rien ne remuait dans son intérieur.

On a dit aussi que l'homme seul se servait d'outils, mais cette opinion n'est pas plus soutenable que la précédente. Les singes se servent de pierres pour casser leurs noix, et Brehm a vu des babouins se construire des parasols pour se préserver du soleil.

La sociabilité existe chez les animaux à un haut degré; ils se rendent une foule de services, savent se prévenir d'un danger, se concertent pour l'éviter et s'entr'aident mutuellement. Sans doute, on les voit quelquefois expulser du troupeau l'individu blessé, et même l'achever, mais, comme le fait très-bien observer Darwin, « leur conduite n'est pas alors beaucoup plus coupable que celle « des Indiens de l'Amérique du Nord, qui laissent périr dans la « plaine leurs camarades faibles, ou des Fulgiens, qui enterrent « vivants leurs parents âgés ou malades. »

Indépendamment de notre vanité naturelle, c'est en partie l'habitude de comparer l'animal à l'homme civilisé qui nous fait croire qu'il existe une différence si profonde entre eux. Mais la distance diminue si nous prenons pour type le sauvage de l'Australie, qui sait à peine compter jusqu'à cinq. Elle se réduit encore si, remontant dans l'histoire, nous arrivons à ces âges lointains où, réfugié au fond des cavernes, l'homme ne connaissait pour instruments de civilisation et pour armes que quelques fragments de silex grossièrement taillés.

§ 6.

DURÉE DES OPÉRATIONS INTELLECTUELLES.

Mesure de la durée des phénomènes intellectuels. Un acte intellectuel étant, comme nous l'avons vu, le résultat d'un phénomène matériel, sa vitesse ne saurait être instantanée. Dans un précédent chapitre nous avons montré comment on peut, par des moyens fort simples, reconnaître que la vitesse de propagation de la volonté à travers les nerfs ne dépasse pas 30 mètres par seconde, c'est-à-dire celle d'un cheval de course. Si on piquait au pied un individu ayant 30 mètres de hauteur, il lui faudrait une seconde pour percevoir la douleur, et une autre seconde pour envoyer aux muscles du pied l'excitation nécessaire pour qu'ils pussent se mouvoir. A un géant de 8 lieues de haut, comme celui dont parle Voltaire dans son conte de Micromégas, on pourrait enfoncer des clous pendant plus d'une demi-heure dans les orteils sans être exposé pendant tout cet intervalle de temps à la moindre représaille de sa part. Ce n'est qu'au bout de dix-huit minutes environ que le colosse commencerait à percevoir la douleur.

Mais on a été plus loin et on est parvenu à mesurer la durée d'une opération intellectuelle, telle qu'un raisonnement, par exemple. Après avoir constaté qu'un observateur, prévenu qu'il va recevoir un choc auquel il doit répondre immédiatement par un mouvement convenu, n'arrive jamais à y répondre qu'au bout de 20 centièmes de seconde environ, Donders a répété la même expérience, sans prévenir le sujet de quel côté du corps il recevrait le choc, mais en le priant seulement de faire un signal de la main gauche quand le choc serait reçu du côté droit et un signe de la main droite quand il arriverait du côté gauche. Dans ces conditions, le signal n'est fait qu'au bout de 27 centièmes de seconde environ. La différence de 7 centièmes de seconde entre cette dernière expérience et la précédente représente évidemment le temps nécessaire pour élaborer la sensation et apprécier de quel côté

le bras chargé de donner le signal doit entrer en mouvement. Ce temps varie suivant les individus, et peut-être, en se basant sur les indications précédentes, pourrait-on arriver à construire un appareil mécanique qui indiquerait artificiellement le plus ou moins de rapidité de l'esprit.

§ 7.

INFLUENCE DE L'ÉTAT DES ORGANES SUR LES FONCTIONS INTELLECTUELLES.

Influence de l'état des organes sur l'activité intellectuelle du système nerveux. Les fonctions intellectuelles étant placées sous la dépendance du système nerveux, il est évident que toute modification survenue dans ce système doit réagir plus ou moins profondément sur ses manifestations.

Nous avons vu dans un autre chapitre que l'activité des éléments nerveux est due à la présence du sang, et qu'à mesure qu'on prive un animal de ce liquide, son intelligence se ralentit graduellement et finit par disparaître, pour reparaître bientôt si on lui restitue le sang qu'il a perdu. La vie et l'intelligence peuvent être ainsi rendues, comme nous l'avons vu également, à une tête complétement séparée du tronc.

Ce n'est pas seulement la quantité plus ou moins grande du sang qui arrive aux cellules cérébrales qui influe sur les opérations intellectuelles, mais encore sa qualité et la nature des substances qu'il contient. Quelques atomes d'opium ou de chloroforme, dissous dans ce liquide, alourdissent l'intelligence la plus brillante; sous l'influence de substances excitantes, telles que le haschisch, la caféine, etc. les idées s'associent, au contraire, plus rapidement, l'imagination devient plus active et les mêmes faits sont perçus sous des aspects bien différents.

Les moindres influences extérieures agissent considérablement sur l'activité de notre système nerveux. Les idées qui viennent à l'esprit par une froide matinée d'hiver, lorsque la pluie ruisselle

sur les vitres des fenêtres, diffèrent entièrement de celles qui s'associent dans le cerveau lorsque, par une belle soirée d'été, nous écoutons dans le silence d'une forêt le chant d'un rossignol ou le murmure d'un frais ruisseau. C'est une girouette facilement changeante qu'un cerveau humain.

Troubles intellectuels consécutifs aux lésions des éléments nerveux. On peut facilement prévoir, d'après ce qui précède, que les lésions des centres nerveux devront profondément réagir sur les organes placés sous leur dépendance.

L'observation montre, en effet, que ces lésions ont pour conséquence des troubles divers : perte plus ou moins grande de la parole, paralysie, affaissement de l'intelligence, aliénation mentale, etc., qui varient naturellement, suivant la lésion; mais la physiologie des diverses parties des centres nerveux est encore trop peu connue pour qu'on puisse déterminer facilement à quelle lésion correspond un trouble fonctionnel observé. Ces lésions ne peuvent être observées, du reste, le plus souvent qu'au microscope, et c'est ce qui, pendant si longtemps, a fait ignorer leur existence. *

* **Lésions des cellules de la substance grise cérébrale dans la folie.** — D'après les observations du Dr Voisin, les lésions variées des cellules cérébrales qu'on observe habituellement dans la folie sont le résultat d'un défaut de nutrition provenant d'altérations des vaisseaux ou d'obstacles au cours régulier du sang dans les capillaires. Suivant lui, les lésions des cellules nerveuses comportent trois degrés:

« Dans le premier, le protoplasma a subi une dégénération graisseuse et pigmentaire. Le noyau et le nucléole sont intacts; la lésion n'occupe, dans le principe, que le fond de la cellule; plus tard, elle l'envahit tout entière. Dans ce degré, les prolongements cylinder ne présentent aucune modification apparente.

« Dans le second degré, le protoplasma subit un commencement de travail de résorption; le pourtour du corpuscule ganglionnaire se flétrit et se ratatine par places, et ce pourtour se rapproche tellement du noyau que celui-ci arrive à constituer une partie du bord de la cellule. A ce moment, une portion du protoplasma a entièrement disparu. En même temps, le corpuscule ganglionnaire devient de plus en plus opaque, granuleux, pigmenté et irrégulier sur ses bords; le noyau et le nucléole sont de moins en moins visibles au milieu de cet amas brunâtre; puis le prolongement *cylinder* s'atrophie et devient informe. Les autres prolongements présentent la même altération atrophique, et deviennent d'une friabilité telle qu'ils se brisent avec la plus grande facilité.

« Dans un troisième degré, enfin, le protoplasma ayant à peu près disparu, le contour du noyau paraît être celui de la cellule; le corpuscule ganglionnaire prend

Indépendamment des causes générales, comme la tuberculose, les intoxications palustres, saturnines ou alcooliques, l'hérédité, ou des causes passagères, comme l'ingestion de certaines substances, telles que le haschisch, la belladone, etc., la cause la plus fréquente des troubles intellectuels est la circulation irrégulière du sang qui baigne les cellules nerveuses. Nous avons vu combien la présence du sang est indispensable à leur fonctionnement, et on comprend dès-lors comment les troubles circulatoires les plus légers peuvent modifier ce fonctionnement. Quand une des petites artères du cerveau est obstruée par un caillot, il arrive, à moins qu'une circulation collatérale ne s'établisse bientôt, que la circulation et, par suite, la nutrition s'arrêtent dans les régions alimentées par les vaisseaux qui émanent de l'artère obstruée. La destruction des cellules et, conséquemment, le ramollissement partiel de la région atteinte, en seront nécessairement la conséquence.

L'observation démontre que la suractivité habituelle des cellules non suivie d'une période de repos suffisante peut donner lieu aux mêmes phénomènes. C'est peut-être à cette cause qu'il faut attribuer la fréquence désolante du ramollissement cérébral avec paralysie et perte de l'intelligence, si commune depuis quelques années. Cette maladie, plus cruelle que la mort, menace spécialement tous les individus dont l'organe fonctionnant d'une façon prédomi-

une forme tout à fait irrégulière, anguleuse et une couleur rouille. Les prolongements secondaires ont disparu, et le prolongement *cylinder* s'est séparé de la cellule; il ne reste de lui qu'un petit bout recroquevillé très-mince, effilé, ou bien il n'en reste aucune trace. Dans ce cas, le corpuscule apparaît comme un corps isolé perdu dans la trame cérébrale, de forme anguleuse ou arrondie, parfois triangulaire, souvent luisant, de teinte rouille ou grisâtre, formé de granulations pigmentaires et graisseuses, et présentant encore le plus fréquemment dans son centre les restes du noyau, ce qui permet de reconnaître sa nature.

« Dans le délire partiel d'origine sensorielle, qui a pris naissance dans des hallucinations, dans la folie sympathique partielle, les lésions occupent les couches optiques et les circonvolutions pariétales, tandis que les circonvolutions frontales sont saines.

« Lorsque, au contraire, de partiel, le délire est devenu général, qu'il s'est compliqué d'incohérence, de démence, les altérations occupent toutes les circonvolutions.

« La perte de conscience dans l'état de folie, la croyance la plus complète aux conceptions délirantes sont, pour moi, maintenant des signes de la propagation des lésions aux circonvolutions frontales. » (*Union médicale*, 1872.)

nante est le cerveau. Sa marche est aussi insidieuse que fatale et ses symptômes dangereusement trompeurs *.

Pour terminer le peu que j'avais à dire de la physiologie des troubles des fonctions intellectuelles, je ferai remarquer qu'en dehors des troubles consécutifs à une intoxication passagère des cellules cérébrales par le sang, comme, par exemple, à la suite de l'ingestion d'une certaine quantité d'alcool, on peut encore observer des troubles intellectuels, sans lésion cérébrale, consécutifs à certaines lésions des organes des sens. C'est ainsi, par exemple, qu'on observe des hallucinations de la vue dans le glaucôme et la cataracte. Le cerveau est sain, mais les sens ne le sont pas et fournissent des sensations, et partant des idées inexactes. Le raisonnement sera juste, mais le point de départ étant erroné, l'acte final sera anormal.

Influence des idées sur les organes. Les phénomènes intellectuels sont intimement liés, comme nous venons de le voir, à l'état des centres nerveux et des divers organes. Mais ces phénomènes réagissent profondément à leur tour sur l'état des organes, et le moral a autant d'influence sur le physique que ce dernier sur le premier. A chaque idée correspondent certains mouvements déterminés en rapport avec elle, et c'est la répétition des mêmes idées et, par suite, des mouvements qui s'y rattachent qui donnent à chaque individu sa physionomie spéciale, parfaitement en rapport, le plus souvent, avec ses occupations habituelles.

* « Cet artiste inspiré, ce littérateur plein de verve, ce savant aux projets hardis, « sont touchés déjà par la fatale atteinte d'un mal qui les tuera dans moins de deux « ans; cette activité intellectuelle admirée par tous est déjà de l'excitation céré- « brale; les accidents congestifs sont prochains; demain, ce qui n'est encore qu'une « conception ingénieuse aujourd'hui, atteindra les plus folles exagérations, et au « lieu de l'homme soucieux de l'avenir, il n'y aura plus qu'un insensé, gaspillant dans « de stériles et ruineuses prodigalités une fortune laborieusement acquise! Que « nous aurait-il fallu pour porter presque à coup sûr un pronostic aussi triste? « Presque rien, quelques mots lentement prononcés, avec cette hésitation traînante « que personne n'aura remarquée, et qui ne laissera plus de doute pour nous sur la « gravité des accidents si nous avons pu saisir des tremblements fibrillaires des « muscles des lèvres, de la face; si l'un des sillons naso-labiaux est moins profond « que l'autre; s'il y a du côté des yeux une inégalité pupillaire, que certes personne « n'aura même aperçue.» (Dr Delasiauve, *Des aliénés et de la responsabilité médicale.*)

La liaison qui existe entre les idées et certains mouvements est si profonde que des acteurs, obligés de prendre diverses expressions de physionomie ou attitudes pour simuler telle ou telle passion, finissent souvent par éprouver réellement, d'une façon involontaire, les sentiments qu'ils cherchaient à simuler. C'est pour la même raison que, quand l'esprit est chagrin, on peut, en forçant la figure à prendre une expression souriante, forcer aussi les pensées à devenir moins tristes.

Un état que l'esprit conçoit comme devant se produire et qu'on attend avec cette certitude entière, nommée la *foi*, tend en réalité à se produire. C'est sur ce fait qu'est basée l'explication scientifique des tables tournantes que l'on supposait autrefois animées par des esprits. Plusieurs individus étant placés autour d'une table, les doigts posés sur ses bords, avec la conviction bien arrêtée qu'elle doit tourner, finissent par produire involontairement, et sans en avoir nullement conscience, les mouvements nécessaires pour la faire tourner. La baguette divinatoire et le pendule explorateur sont des phénomènes du même ordre.

Cette influence des idées sur les organes ne se borne pas à des mouvements passagers ; elle peut déterminer les lésions organiques les plus profondes. Personne n'ignore l'action d'un chagrin profond sur la constitution.

C'est à cette influence du moral sur le physique que nous avons déjà étudiée dans notre précédent chapitre, en examinant le rôle de la sensibilité dans l'organisme, qu'est due la manifestation de ces phénomènes qualifiés de merveilleux, tels que, au moyen âge, ces productions des stigmates de la passion sur les membres des extatiques qui y rêvaient constamment avec l'ardent désir de les voir apparaître, et, dans tous les temps, ces guérisons de maladies graves par l'adoration de reliques dans la puissance desquelles le malade avait une foi vive. Le docteur Bouchut rapporte qu'étant interne à l'Hôtel-Dieu, il y vit une petite fille de onze ans, muette et paralytique des quatre membres, qui avait été traitée inutilement par plusieurs médecins de province. Amenée à Paris, où elle était convaincue qu'elle trouverait la guérison, elle guérit rapidement en effet et sans avoir subi d'autre traitement que la vue d'un

médecin dans lequel elle avait une grande confiance. L'aspect du médecin, la façon dont il s'y prend avec les malades, sont pour beaucoup dans ses succès. Des homéopathes ayant une confiance absolue dans leur art réussissent souvent mieux auprès du malade avec leurs remèdes, évidemment sans action réelle, que des médecins fort instruits, mais qui, précisément parce qu'ils sont très-instruits, n'ont qu'une confiance limitée dans l'efficacité de leurs prescriptions et, par suite, ne peuvent que difficilement communiquer à leurs malades une croyance qu'ils n'ont pas.

§ 8.

SOURCE DE L'ACTIVITÉ DU SYSTÈME NERVEUX.

Mise en activité des éléments des tissus sous l'influence du système nerveux. Les forces dont les éléments nerveux provoquent la manifestation dans tous les organes ne naissent pas dans ces éléments eux-mêmes. Le rôle des filets nerveux n'est que de mettre en activité les propriétés des parties avec lesquelles ils communiquent, c'est-à-dire de provoquer l'oxydation des matériaux qu'elles contiennent et, par suite, la mise en liberté des forces résultant de cette oxydation.

Sans le système nerveux, les forces que tous les tissus tiennent en réserve ne pourraient pas plus être mises en liberté que la chaleur produite par la combustion du charbon ne pourrait se dégager si une étincelle ne venait pas d'abord l'enflammer.

En réalité, le système nerveux n'agit directement sur aucune fonction; ce n'est pas lui qui sécrète la bile dans le foie, sépare l'urée du sang dans le rein, le lait dans la glande mammaire, etc.; il crée seulement dans la trame des tissus des conditions favorables à la manifestation de ces phénomènes; mais au fond l'activité propre des divers éléments est indépendante de son action.

Au point de vue de la manifestation des forces, le rôle du système nerveux n'est que de provoquer la transformation en forces vives des forces de tension que les tissus contiennent, et de même

qu'un faible enfant peut mettre en mouvement la plus puissante locomotive, en tournant le robinet qui permet à la vapeur d'arriver sous les pistons de ses cylindres, de même aussi une minime excitation nerveuse peut avoir pour conséquence un dégagement de force musculaire considérable.

Sans doute, l'activité de la cellule nerveuse n'est pas la même que l'activité de la fibre musculaire, et entre la perception d'une sensation et la contraction d'un muscle il n'y a pas d'analogie apparente, mais ce sont au fond des modes divers d'une même force.

Les forces pouvant généralement, quand elles changent d'état, être appréciées par nos instruments, on s'est demandé si la production des phénomènes intellectuels ne serait pas susceptible d'être également mesurée. Avec l'appareil de Melloni on a pu effectivement constater que toute opération intellectuelle est accompagnée d'une élévation de température de l'extérieur du crâne. « Les idées que font naître les émotions, dit le docteur Barker, pro-« duisent le plus de chaleur dans leur perception. Quelques minutes « employées à réciter une poésie émouvante produisent plus d'effet « que plusieurs heures de réflexion. Les expériences du docteur « Lombard ont prouvé que la chaleur développée par la récitation « d'une poésie émouvante est toujours moindre quand cette récita-« tion est orale, c'est-à-dire quand elle est exprimée par le jeu des « muscles. Ces résultats s'accordent avec le fait bien connu que « l'émotion trouve souvent du soulagement dans les démonstrations « physiques. L'énergie de l'émotion diminue par sa transformation « en énergie musculaire.* »

L'activité propre qu'il possède, le système nerveux l'emprunte

* Extrait d'une *Conférence sur la corrélation des forces vitales et physiques*, traduite et publiée dans *Les Mondes* par l'abbé Moigno. Si quelques personnes ignorantes tentaient de taxer cette catégorie de recherches de matérialistes, je leur dirais simplement avec Stuart Mill: « S'il y a du matérialisme à essayer de dé-« terminer les conditions matérielles de nos opérations mentales, toutes les théories « de l'esprit un peu compréhensives peuvent être taxées en ce cas de matéria-« lisme. Nous ne saurons probablement jamais si l'organisation seule peut produire « la pensée et la vie, mais nous savons à n'en pas douter que l'esprit emploie un « organe matériel; or cela admis, quel matérialisme y a-t-il à pousser les applica-« tions physiologiques aussi loin qu'elles peuvent nous conduire? » (Ribot, *loc. cit.*)

nécessairement quelque part; sa source n'est autre que celle où tous les tissus puisent les forces qu'ils dépensent, c'est-à-dire les matériaux nutritifs fournis par les aliments et apportés par le sang. Si on vient en effet à tarir cette source, en empêchant l'arrivée du sang aux éléments nerveux, leur activité s'éteint bientôt.

C'est sans doute comme dans les fibres musculaires, à l'état de forces de tension, que les forces existent dans les matériaux que les cellules nerveuses contiennent. Dans les actes réflexes, il est probable que c'est l'excitation sensitive consécutive à l'impression reçue par les sens qui les met en liberté. Dans les organes soustraits à l'action de la volonté et sujets à des mouvements rhythmiques, comme le cœur par exemple, il est possible que ce dégagement ait lieu d'une façon continue, mais ne se manifeste qu'à périodes intermittentes, alors seulement que la tension de la force mise en liberté est devenue assez considérable pour vaincre la résistance qu'elle doit surmonter, absolument comme l'électricité d'une machine électrique dont on tourne continuellement le plateau ne se dégage sous forme d'étincelle que lorsqu'elle s'est accumulée en assez grande quantité aux armatures de l'instrument pour que sa tension puisse vaincre la résistance de l'air.

L'origine de l'activité nerveuse est donc, comme celle de toutes les activités de l'organisme, empruntée aux aliments, et, ainsi que nous l'avons vu dans un précédent chapitre, ces forces diverses ne sont que de la chaleur solaire transformée. Le physiologiste ne doit pas plus s'étonner de voir dériver des transformations de cette force unique les puissances si variées : mouvement, activité intellectuelle, etc., manifestées par les êtres vivants, que le physicien n'est surpris de voir une force quelconque, comme le mouvement par exemple, être à volonté transformée en électricité, lumière, chaleur, magnétisme, etc. Ce sont des faits que la science constate, mais que l'intelligence bornée de l'homme est absolument impuissante à comprendre.

§ 9.

REPOS DES ÉLÉMENTS NERVEUX. — LE SOMMEIL.

Nécessité du sommeil. Théorie des rêves. C'est une loi essentielle à laquelle aucun organe vivant ne saurait se soustraire, que toute période d'activité doit être suivie d'une période de repos pendant laquelle l'organe fatigué peut réparer ses forces. Quand ce repos envahit les organes placés sous l'empire de la volonté, il prend le nom de *sommeil*.

Lorsque la nécessité du repos arrive, elle se manifeste par cette sensation particulière à laquelle on a donné le nom de besoin de sommeil *; les sens commencent à se fermer aux excitations extérieures et les impressions nouvelles n'arrivent que confusément au cerveau. Cependant ils peuvent continuer à être impressionnés quelque temps, ainsi que cela arrive par exemple au lecteur qui, luttant contre l'assoupissement qui le gagne, voit encore sans les comprendre les mots du livre qu'il tient à la main.

Sauf dans les cas de grande fatigue, toutes les cellules cérébrales n'ayant pas été également excitées pendant l'état de veille, n'ont pas un besoin de repos égal. Aussi ne s'endorment-elles pas toutes en même temps; et c'est à l'activité persistante d'un grand nombre d'entre elles que sont dues ces hallucinations nocturnes, nommées les *rêves*, images fantastiques constituées par des associations d'idées que nous prenons pour des réalités parce que nous ne possédons pas comme dans la veille de moyens de contrôler leur existence.

Généralement nos rêves roulent sur des sujets qui nous ont

* Le sommeil est un de nos plus énergiques besoins, et il n'est guère de plus cruel supplice que sa privation. Shakespeare l'avait bien compris quand, après le meurtre du roi Duncan par Macbeth, il fait entendre à l'oreille du meurtrier une voix qui lui crie: « Tu ne dormiras plus Macbeth, tu as tué le sommeil, l'innocent sommeil qui, « de l'écheveau emmêlé de nos maux, fait une pelotte de soie unie, le sommeil, douce « mort de la vie de chaque jour, le bain après le dur travail, le baume des âmes « blessées, le second service à la table de la grande nature, le mets le plus nourris- « sant dans le repas de la vie. — Macbeth, plus de sommeil! Macbeth ne dormira « plus. »

préoccupés. Les cellules cérébrales correspondantes vivement excitées ne rentrent pas immédiatement dans leur état de repos, et leur fonctionnement automatique a souvent pour résultat des opérations intellectuelles très-raisonnées, comme nous l'avons vu précédemment.

Longtemps, dans le langage des physiologistes de même que dans celui des poëtes, le sommeil fut considéré comme l'image de la mort; mais cette comparaison n'a rien d'exact, car, à l'exception des fonctions intellectuelles, les autres fonctions s'accomplissent régulièrement pendant le sommeil. Ce n'est pas à un cadavre, mais bien à un homme en proie aux hallucinations que peut être comparé le dormeur : pas plus que l'aliéné, il ne sait distinguer ses hallucinations de la réalité.

Au point de vue intellectuel le sommeil ne diffère, suivant nous, de la veille que parce que dans le premier de ces états les sens étant endormis, les idées qui se présentent à l'esprit sont prises pour des réalités, alors que dans l'état de veille leur comparaison avec des sensations vraies rend cette confusion impossible. Si, dans l'état de veille, nous songeons à une bataille, les objets qui nous entourent nous prouvent que nous n'assistons pas à cette bataille; si, au contraire, c'est pendant le sommeil que l'idée d'un combat se présente à notre esprit, nous croyons y assister, et comme l'attention n'est distraite par aucune perception nouvelle, les images auxquelles nous pensons alors paraissent souvent aussi vraies que la réalité même.

Telle est la théorie qui nous semble expliquer le plus naturellement les rêves. Quant à l'enchaînement si bizarre des images qui les constituent, il ne diffère guère pendant le sommeil de ce qu'il est pendant la veille. Si je lis l'histoire du siècle de Louis XIV et que l'association des idées me fasse successivement penser à Versailles, à Voltaire, au masque de fer, au forgeron qui a fabriqué ce masque, à des masques de carnaval, je trouverai cet enchaînement très-naturel, parce que cette succession d'idées s'explique très-bien et que je ne prendrai nullement les images évoquées dans mon cerveau pour des réalités. Mais si les mêmes idées se présentent à moi en rêve, le caractère de réalité qu'elles revêtent et dont

j'ai plus haut expliqué la cause me fait apparaître successivement Louis XIV, Versailles, Voltaire, un forgeron, des masques de carnaval, etc., c'est-à-dire une série de situations étranges qui n'ont cependant d'absurde que leur apparence.

Les idées qui surgissent dans nos rêves ont souvent pour origine une excitation transmise par les sens incomplètement assoupis. Étant endormi dans un fauteuil, Maury faisait provoquer en lui des sensations dont il n'était pas prévenu et qui déterminaient chacune un rêve particulier. On lui chatouille les lèvres et le nez avec une plume, et il rêve qu'on lui met sur la figure un masque de poix qu'on lui arrache ensuite avec la peau. On fait vibrer à ses oreilles une pincette et des ciseaux, et il entend des cloches et se croit ainsi aux journées de juin 48. On lui fait respirer de l'eau de Cologne, il se croit au bain dans la boutique d'un parfumeur. On lui fait sentir une allumette qui brûle, il se croit en mer et se figure que la Sainte-Barbe saute. On lui pince la nuque, il rêve qu'on lui pose un vésicatoire, ce qui lui rappelle le souvenir d'un médecin. On lui approche de la figure un fer chaud, il rêve des anciens brigands chauffeurs. On lui fait passer ensuite plusieurs fois devant les yeux une lumière entourée d'un papier rouge, il rêve d'orage, d'éclairs et d'une tempête qu'il avait autrefois éprouvée.

Pendant les rêves le temps, qui n'a du reste à l'égard de nos sens qu'une valeur purement relative, n'existe pas. Des rêves qui semblent avoir duré des années se passent souvent en quelques secondes. Maury raconte que, lisant un livre à haute voix, il lui arrivait, vaincu par le sommeil, de fermer un instant les yeux entre les alinéas, et pendant cet intervalle de temps si court que personne ne s'apercevait qu'il interrompait sa lecture, il lui arrivait de faire des rêves très-compliqués. Étant une fois couché, il rêva qu'étant sous la Terreur, il comparaissait devant le tribunal révolutionnaire, était successivement interrogé, défendu, condamné, mené sur la place publique en charrette, lié sur la planchette de la guillotine, puis exécuté. Réveillé en sursaut par cette dernière sensation, il vit qu'elle avait pour origine la chute sur son cou de la flèche du lit qui s'était détachée à l'instant, ainsi que le lui attesta une personne présente; ce choc d'un moment avait été le point de dé-

part d'un rêve en apparence fort long, bien que sa durée réelle n'eût pas dépassé une fraction de seconde. *

De même que toutes les parties du cerveau ne s'endorment pas simultanément, de même aussi elles ne s'éveillent pas en même temps. Quand les organes sont suffisamment reposés, l'esprit commence à percevoir vaguement des sensations et reste encore quelque temps dans cet état de demi-sommeil qui précède, comme on sait, le réveil.

Pendant le sommeil un grand nombre d'actes, comme la circulation, la respiration etc., nécessaires à l'entretien de l'individu, continuent à s'accomplir régulièrement, mais il n'en faudrait pas conclure que les organes sous la dépendance desquels sont placées ces fonctions n'ont pas besoin de repos. Leur activité est, au contraire, telle que leur besoin de repos est incessant. Ce repos, ils le prennent chaque fois qu'ils ont fonctionné; après un battement, le cœur s'arrête un instant; après chaque mouvement respiratoire, les organes de la respiration cessent également d'agir pendant un moment.

Les animaux inspirent, comme on le sait, pendant le sommeil une quantité d'oxygène supérieure à celle qu'ils expirent alors sous forme d'acide carbonique. D'après le docteur Sommer, cet excès d'oxygène emmagasiné pendant le sommeil par les globules sanguins serait restitué pendant le jour à mesure du besoin des organes; dès que la provision d'oxygène diminuerait, le besoin de sommeil se manifesterait.

Somnambulisme et Hypnotisme. Le somnambulisme est une des formes du sommeil, mais il diffère du sommeil ordinaire en ce que certains sens, au lieu d'être endormis, acquièrent au contraire une sensibilité extrême. C'est ce qui permet aux somnambules de marcher sans danger sur un toit glissant, de lire facilement dans l'obscurité etc.

Cette surexcitation des sens ne porte du reste que sur les objets se rapportant à l'ordre d'idées dont s'occupe le somnambule; sa vue, son toucher etc. sont insensibles aux objets étrangers à sa

* Maury. *Le sommeil et les rêves*, 2e édition.

préoccupation. C'est un état presque analogue à celui de l'individu qui, plongé dans une méditation profonde, devient bientôt insensible à la plupart des excitations.

L'état hypnotique, dont nous avons déjà parlé dans ce chapitre, est, comme le magnétisme dont il se rapproche beaucoup, un sommeil incomplet dans lequel l'attention étant détournée, l'individu hypnotisé prend pour des réalités les idées qui se présentent à lui, non pas spontanément ou sous l'influence des sens excités comme dans le sommeil ordinaire, mais, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, qu'on lui suggère. Cette influence de la suggestion est souvent subie à l'état de veille sans aucune manœuvre préalable et est en réalité la cause de la plus grande partie de nos actions. « Que d'actes, dit Maury, que d'idées dans la vie de tous les jours nous sont suggérés par autrui, et que nous prenons pour nôtres. Que de choses auxquelles une personne adroite nous fait penser en apparence spontanément. »

Nous subissons ainsi constamment l'action des influences extérieures, et de ces influences mêmes nous ne sommes que le reflet. Ces mille fibres qui l'enserrent, toutes ces forces qui le mènent, l'homme les ignore. « Illusion qui n'est pas seulement celle des nuits, mais encore celle de tous les jours. L'homme croit s'appartenir, et il ne marche qu'environné de forces et d'influences auxquelles il se conforme sans s'en apercevoir. Il se rappelle quand il croit imaginer; il se soumet quand il croit commander; il sent quand il croit penser. Tristes jouets du conflit des choses, nous sommes le produit complexe de l'infinie variété de ce qui nous entoure, et, tandis que nous réfléchissons notre propre personnalité sur nos jugements, nos jugements sont eux-mêmes, comme nos actions, le reflet du monde où nous vivons. »*

Je ne saurais mieux, je crois, terminer la partie de cet ouvrage qui traite des fonctions du système nerveux, qu'en empruntant à un philosophe que j'ai déjà plusieurs fois cité, Herbert Spencer, les lignes suivantes, qui me paraissent la conclusion naturelle de tout ce qui précède :

* Maury, *loc. cit.*

« Probablement quelques-uns penseront qu'on a essayé ici de résoudre ces grandes questions qui ont embarrassé de tout temps la philosophie. Qu'ils ne cèdent point à cette erreur. Ceuxl-à seuls qui ignorent le but et les limites de la science peuvent y tomber. Les généralisations précédentes s'appliquent, non à la genèse des choses en elles-mêmes, mais à leur genèse en tant qu'elles se manifestent à l'esprit humain. Après tout ce qui a été dit, le dernier mystère reste ce qu'il était. L'explication de ce qui est explicable n'éclaircit point l'impénétrabilité de ce qui se dérobe à nous. Avec quelque succès que nous puissions réduire l'équation à ses derniers termes, nous ne serons pas pour cela en état de déterminer l'*inconnue ;* au contraire, il n'en devient que plus évident que cette *inconnue* ne pourra jamais être trouvée. »

LIVRE V.

Reproduction, développement et fin des êtres.

CHAPITRE PREMIER.

MODES DIVERS DE REPRODUCTION DES ÊTRES.

§ 1er. *Génération spontanée.* — Reproduction sans le secours de parents. — Croyances des Anciens. — Expériences de Redi. — Discussion entre MM. Pasteur et Pouchet. — Réalité probable des générations spontanées. — Difficulté de vérifier expérimentalement l'existence de ce mode de reproduction. — § 2. *Reproduction des êtres vivants par scission et par bourgeons.* — Les végétaux et beaucoup d'êtres inférieurs se reproduisent de cette façon avant de se multiplier par œufs. — Production de plusieurs polypes par la division d'un seul en plusieurs fragments. — Reproduction des vers intestinaux. — Transformation du cysticerque du cochon en ténia de l'homme. — Régénération de la tête et des membres chez beaucoup d'animaux après leur ablation. — Phénomènes de régénération de parties coupées chez les animaux supérieurs et chez l'homme. — § 3. *Reproduction par œufs.* — Organes sécréteurs de l'œuf, ovaires, etc. — L'œuf et sa structure. — Identité de l'œuf dans l'espèce humaine et chez les oiseaux. — Ponte de l'œuf ou ovulation. — Phénomènes qui l'accompagnent. — Menstruation. — Organes sécréteurs des éléments fécondants de l'œuf. — Nature de ces éléments. — Spermatozoïdes, leur analogie avec les ovules. — Expériences de l'abbé Spallanzani sur leur action. — Fécondation de l'œuf. — Observations d'Harvey, Bær, Coste, etc. — Causes de la production des sexes. — Influence du degré de maturité de l'œuf. — Expériences faites sur les mammifères.

Tout ce qui vit à la surface du globe, depuis la plante jusqu'à l'homme, doit fatalement mourir. Même quand ils échappent à ces mille chances de mort qui les menacent sans cesse dans le cours de leur existence, les êtres vivants ne sauraient dépasser certaines limites rigoureusement fixées pour chacun d'eux. Arrivés à cette période extrême qu'ils ne doivent pas franchir, leurs éléments rendent à l'atmosphère et au sol les parties dont ils étaient composés et qui serviront bientôt à former de nouveaux êtres.

Mais cette disparition des individus n'entraîne pas celle des races dont ils sont les représentants, car tous possèdent la propriété de reproduire des êtres faits à leur image et destinés à perpétuer leur espèce. L'individu vieillit et passe, mais semblable à un être unique qui toutes les fois qu'il arriverait à la vieillesse pourrait toujours rajeunir, l'espèce brave la main du temps et garde sa jeunesse éternelle. Nous n'avons vu ni Babylone, ni Thèbes, ni Memphis, ni aux premiers âges de notre planète la vie à son aurore, mais nous descendons d'êtres contemporains de ces âges reculés, et nous sommes autant portion d'eux-mêmes que seront partie de nous-mêmes les races qui vivront dans des milliers de siècles, futurs habitants de villes qui ne sont pas nées et d'empires inconnus. Dans cette chaîne immense dont nous ne connaissons ni l'origine ni la fin, chaque être est un anneau aussi intimement lié à ceux qui le précèdent qu'à ceux qui le suivent.

Les procédés par lesquels les êtres vivants se reproduisent sont peu nombreux. En dernière analyse, ils consistent tous dans la séparation de l'individu d'une partie de lui-même, portant en elle la faculté de se développer conformément à l'être dont elle émane. C'est ainsi que la branche séparée de l'arbre et placée dans un milieu convenable se développe et devient un arbre identique à celui dont elle a été détachée; que si on coupe un polype en plusieurs morceaux, chaque fragment devient bientôt un polype complet. Chez les animaux supérieurs les procédés sont plus compliqués, mais au fond le principe est identique.

Nous allons examiner successivement dans ce chapitre les procédés divers auxquels la nature a recours pour assurer la perpétuation des êtres.

§ 1er.

GÉNÉRATION SPONTANÉE.

Reproduction sans le concours de parents. La difficulté de reconnaître l'origine de certains êtres a fait admettre à tous les naturalistes de l'antiquité et du moyen âge que ces êtres pouvaient naître sans parents, d'un milieu convenable. C'est à ce mode de

reproduction qu'on a donné le nom de *génération spontanée* ou d'*hétérogénie*. Aristote enseignait que les anguilles naissaient du limon des fleuves. Virgile et Pline croyaient que les abeilles pouvaient naître du cadavre d'un bœuf.

Avec les progrès des sciences ces erreurs disparurent, mais la naissance d'un grand nombre d'insectes continua d'être attribuée à une origine spontanée, jusqu'au jour où le médecin Redi prouva, à la fin du dix-septième siècle, qu'en recouvrant de gaze un morceau de viande abandonnée à l'air, il ne s'y développe aucun ver, tandis qu'il en est bientôt rempli si le morceau de gaze est enlevé, parce qu'alors les mouches peuvent aller y déposer leurs œufs.

On sait aujourd'hui d'une façon certaine que la plupart des animaux et des végétaux naissent de parents semblables à eux; mais pour ces êtres microscopiques inférieurs qui naissent par milliers dans les infusions de substances organiques et que pour cette raison on a nommés *infusoires*, un grand nombre de physiologistes admettent qu'ils peuvent se former spontanément, c'est-à-dire sans parents, aux dépens de la matière organique dans laquelle on les trouve plongés.

La séparation profonde qu'on croyait autrefois exister entre les substances organiques, c'est-à-dire entre ces composés comme l'albumine, le sucre, l'urée, etc., engendrés par les corps organisés, et les matières minérales, c'est-à-dire les corps qu'on trouve dans la nature inanimée, comme le fer, le plomb, les sels métalliques, etc., a disparu du jour où on a pu réussir à produire artificiellement un grand nombre des premières en combinant ensemble les secondes. Le passage de la matière minérale à la matière organique est aujourd'hui facile, mais la transformation de la matière organique en matière organisée n'a pu être réalisée encore avec les moyens dont la science dispose. Entre l'albumine et les cellules de matière albumineuse qui constituent uniquement un grand nombre d'êtres inférieurs comme les monères, la différence est au premier abord minime, mais en réalité elle est profonde, car la cellule vit, c'est-à-dire assimile et désassimile constamment, puis se reproduit, alors qu'une substance organique comme l'albumine, abandonnée à elle-même, ne subit aucune modification.

Ce que la science est encore impuissante à faire, la nature, d'après les partisans des générations spontanées, le réaliserait chaque jour sous nos yeux, et ces milliers d'êtres qui surgissent des milieux organiques placés dans des conditions convenables, se formeraient, comme nous le disions plus haut, aux dépens de ces milieux mêmes*, au lieu de venir des œufs qui ont pu y être mélangés, comme le prétendent les adversaires de cette doctrine.

La question des générations spontanées a été, il y a quelques années, l'objet de discussions très-vives entre deux académiciens, MM. Pasteur et Pouchet. Leurs expériences fort nombreuses se résument toutes à mettre en contact des substances organiques avec de l'air qui a traversé des acides ou des tubes chauffés au rouge de façon à tuer les germes qu'il pourrait contenir. Dans ces conditions, M. Pasteur prétend qu'on ne voit jamais apparaître d'infusoires dans les solutions organiques. M. Pouchet soutient au contraire qu'elles en sont peuplées. Malheureusement la difficulté extrême de ce genre d'expériences rend leur vérification très-difficile.

Il est infiniment probable que les êtres qui naissent par milliers dans les substances organiques en putréfaction ne proviennent pas de germes flottants dans l'atmosphère; autrement cette dernière contiendrait une poussière capable de la rendre opaque. Mais la démonstration de cette proposition est bien difficile depuis qu'on a reconnu que certains êtres peuvent résister à des températures extrêmement élevées. M. Gavarret a fait voir que les rotifères, ces animaux ressuscitants singuliers qui peuvent employer plusieurs années à dépenser les 18 jours de vie que la nature leur a départis, résistent à des températures de 110 degrés. Les germes de certaines plantes peuvent résister à l'ébullition, comme l'a prouvé M. Pouchet lui-même, et tout récemment Stricker a montré que

* La tendance de ces petits êtres à naître est telle que si pendant l'été on met de la viande fraîche dans l'eau pendant deux heures seulement, on peut trouver sur cette viande, examinée au microscope à un fort grossissement, des milliers de bactéries. J'ai constaté que la viande faisandée en contenait des quantités innombrables.

le sang des animaux morts de septicémie ne perd nullement ses propriétés virulentes quand on le fait bouillir.

Malgré la difficulté de démontrer expérimentalement la réalité des générations spontanées, les raisons qui militent en sa faveur sont assez puissantes pour que le nombre de ses partisans s'accroisse chaque jour. Il est difficile, en effet, d'admettre que l'air soit rempli d'une masse compacte de germes attendant des milliers d'années le moment où ils trouveront l'occasion de se développer, comme, par exemple, les spores qu'on voit naître dans tous les lieux du globe où de la bière est consommée. Peut-on croire que ces spores se trouvaient là depuis des siècles attendant le jour où l'homme inventerait la bière? Il y a des végétaux, comme le *racodium cellare*, qu'on ne rencontre que sur les vieilles futailles; leur inutilité est complète. Peut-on admettre qu'ils furent créés dans la prévision qu'un jour l'homme remplacerait les outres ou les amphores par des tonneaux?

Quant aux colères qu'a soulevées et que soulève encore cette vieille question des générations spontanées, elles font sourire le philosophe qui recherche la vérité sans s'inquiéter de savoir si les faits viendront ou non à l'appui de théories préconçues. C'est une étrange prétention que de dire, comme M. Pasteur, que le triomphe de l'hétérogénie serait le triomphe du matérialisme et de l'athéisme. Quand bien même des milliers d'êtres et des plus parfaits naîtraient chaque jour sous nos yeux, que pourrions-nous savoir des forces qui les ont fait naître? Notre intelligence est si limitée que la science est obligée de se borner toujours à constater des effets sans pouvoir remonter à leurs causes. L'arbre verdit au printemps et jaunit à l'automne; dans cette solution, limpide il y a un instant, naissent maintenant des cristaux doués des formes les plus régulières. De ces phénomènes si simples en apparence, si merveilleux en réalité, quelle intelligence humaine connaîtra jamais la cause?

§ 2.

REPRODUCTION DES ÊTRES VIVANTS PAR SCISSION ET PAR BOURGEONS.

Reproduction par scission de l'individu ou par bourgeons qui en émanent. De tous les modes de reproduction, le plus général est, comme nous le verrons, la reproduction par œufs; mais même chez les êtres qui se reproduisent de cette façon on observe souvent d'autres modes de reproduction désignés sous les noms de *scissiparité* et *gemmiparité*, c'est-à-dire reproduction par division de l'animal et par bourgeons nés de cet animal.

Ces deux procédés de reproduction sont au fond identiques et se rencontrent habituellement chez les mêmes espèces. C'est chez l'hydre d'eau douce, ce singulier polype qui peut être coupé en vingt morceaux et dont chaque morceau redevient bientôt un animal complet, qu'ils furent étudiés pour la première fois. Au début de son existence, ce curieux animal, comme du reste la plupart des individus de la même famille, ne peut se reproduire qu'en se segmentant en plusieurs fragments ou en donnant naissance à des bourgeons qui s'en séparent quand ils sont arrivés à un certain degré de développement; plus tard l'animal acquiert les attributs de la sexualité et se reproduit alors par œufs.

Le même mode de reproduction s'observe chez les végétaux, qui, avant de posséder des organes sexuels et de donner des graines, produisent des bourgeons et dont les branches séparées de la plante et enfoncées en terre peuvent se développer et devenir une plante identique à celle qui lui a donné naissance.

La succession des modes de reproduction observés chez les polypes et les végétaux se constate aussi chez les vers intestinaux. Des œufs pondus par ces animaux naissent des sortes de larves sans sexe qui se reproduisent par bourgeons et n'acquièrent un sexe que lorsqu'elles ont changé de milieu, c'est-à-dire quand elles se trouvent dans le corps d'un animal autre que celui où elles ont pris naissance. C'est ainsi que les vers vésiculaires sans sexe appelés *cysticerques*, et qui produisent chez les cochons la maladie

nommée *ladrerie*, sont des larves de ténia qui ne peuvent continuer à se développer que dans le corps de l'homme ou d'un mammifère voisin. Quand le cochon atteint de cette maladie est mangé par l'homme, les cysticerques se développent, acquièrent un sexe et constituent sous cette forme l'animal nommé *ténia* ou *ver solitaire*. Si les œufs que pondent alors les ténias et qui sont expulsés au dehors sont mangés par des cochons, ils donnent naissance à des cysticerques qui se reproduisent par bourgeons, comme nous le disions plus haut.

On observe encore des phénomènes de scissiparité et surtout de gemmiparité chez des animaux très-supérieurs à ceux dont nous venons de parler ; qu'on coupe la queue ou un membre à un lézard, une salamandre ou un crustacé, et le membre coupé se répare bientôt. Quand on coupe la tête à un limaçon, elle est au bout de peu de temps remplacée par une autre.

Chez les animaux supérieurs comme l'homme, on observe encore quelques traces de ces phénomènes. Nous avons vu que des organes des plus compliqués comme les nerfs peuvent se régénérer dans une certaine étendue. Un lambeau enlevé du corps et placé sur un autre point du corps, et même sur un autre individu, peut continuer à s'y développer. Mautegazza a vu vivre 8 ans un ergot de coq soudé dans l'oreille d'un bœuf. La queue d'un rat implantée à l'extrémité du nez d'un autre rat s'y soude parfaitement et continue à s'y développer.

§ 3.

REPRODUCTION PAR ŒUFS.

Au début de leur existence, la plupart des êtres sont représentés par un œuf, c'est-à-dire par une cellule anatomiquement constituée par une masse granuleuse recouverte d'une enveloppe. Cet œuf, mis en présence de certains éléments chargés de le féconder, éprouve une série de métamorphoses qui le transforment en un être semblable à celui qui lui a donné naissance.

Dans la reproduction par œufs, nous avons à étudier l'élément

destiné à être fécondé, c'est-à-dire l'œuf, et l'élément destiné à le féconder, c'est-à-dire les spermatozoïdes chez les animaux et le pollen chez les végétaux. L'œuf est sécrété par les animaux et par les végétaux femelles; les spermatozoïdes et le pollen, par les animaux et les végétaux mâles.

Organes sécréteurs de l'œuf. L'organe sécréteur de l'œuf a reçu chez la femelle des animaux et des végétaux le nom d'*ovaire*. Chez les mammifères, et en particulier dans l'espèce humaine, l'ensemble de l'appareil sécréteur de l'œuf se compose d'une partie fondamentale, l'*ovaire*, de parties accessoires, dont les plus importantes sont les *trompes* par lesquelles l'œuf est mené dans un sac nommé *utérus* où il se développe et devient embryon s'il est fécondé, et enfin d'un canal nommé *vagin* qui conduit au dehors l'œuf ou le fœtus expulsé par l'utérus.

Les *ovaires* sont deux glandes ovoïdes de 4 à 5 centim. de longueur sur 2 centim. de largeur, situées dans le bassin de chaque côté de l'utérus dans un repli du péritoine nommé *ligament large*. A leur extrémité interne se trouve un ligament qui les fixe à l'utérus; à leur extrémité externe s'insère la trompe de Fallope destinée à conduire leur contenu dans l'utérus.

Ils se composent d'une partie centrale spongieuse et d'une couche superficielle contenant un grand nombre de petits sacs membraneux, nommés *vésicules de Graaf*, dans lesquels se trouvent les œufs; chaque vésicule renferme habituellement un œuf. La grosseur de la vésicule varie avec son degré de maturation. D'un dixième de millimètre seulement qu'elle a d'abord, elle finit par acquérir plus d'un centimètre.

Dans l'espèce humaine, il existe environ 30,000 vésicules de Graaf dans chaque ovaire. Chacune renfermant au moins un œuf, on voit que si tous les œufs qu'une femme contient dans son sein étaient fécondés, elle pourrait peupler une ville de 60,000 âmes.

Chaque mois chez la femme, et à des époques plus ou moins éloignées chez les autres mammifères, une vésicule de Graaf mûrit, se remplit de liquide, et après avoir atteint un volume de 1 à 2 centim., se brise et laisse échapper l'œuf qu'elle contient.

Ce dernier, saisi par les trompes, est conduit dans l'utérus. Ce phénomène est accompagné d'un état congestif de tout l'appareil sexuel et d'une hémorrhagie à laquelle on a donné le nom de *menstruation*, comme nous le verrons plus loin.

La plaie produite par la rupture d'une vésicule de Graaf se cicatrise bientôt et donne naissance à de petites masses auxquelles on a donné le nom de *corps jaunes* en raison de leur couleur. Elles disparaissent au bout de quelques mois.

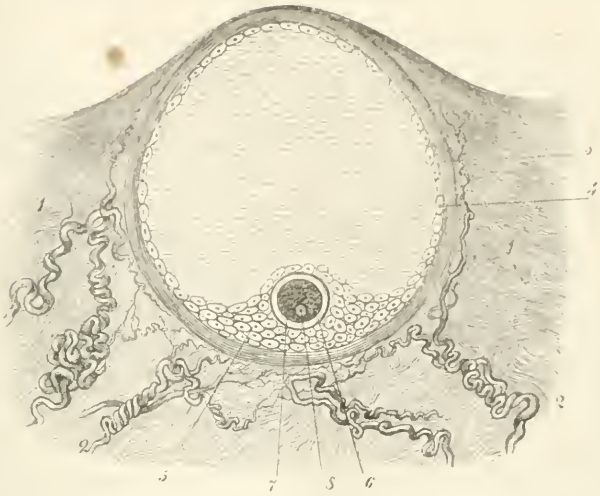


Fig. 302. — *Vésicule de Graaf et œuf humain dans l'ovaire.* *
(L'œuf a été considérablement grossi).

L'*utérus* ou *matrice* est l'organe dans lequel l'œuf doit se développer et se transformer en fœtus. Il est placé dans le bassin, entre le rectum et la vessie, sous l'intestin grêle et au-dessus du vagin avec lequel il se continue. Sa forme est celle d'une poire triangulaire aplatie. Ses deux angles supérieurs reçoivent les orifices des trompes, son angle inférieur nommé *col* fait saillie dans le vagin.

1, 1) Tissu de l'ovaire. — 2, 2) Vaisseaux de l'ovaire. — 3) Tunique de la vésicule de Graaf. — 4) Couche de cellules (membrane granuleuse des anciens auteurs). — 5) Cellules précédentes, très-abondantes autour de l'ovule, où elles forment une masse nommée *couche proligène*. — 6) Membrane vitelline entourant l'ovule. — 7) Vitellus. — 8) Vésicule germinative ou vésicule de Purkinge.

L'utérus est maintenu en place par des replis du péritoine nommés *ligaments larges* qui le fixent au bassin. Sa longueur est de 6 à 7 centim., sa largeur de 4 à 5 centim., son poids de 40 à 50 gr. En dehors de l'état de grossesse, ses parois sont accolées et sa capacité, qui ne dépasse pas 3 centim. cubes, contiendrait difficilement une noisette. Pendant la gestation, il se dilate assez pour recevoir un fœtus volumineux.

Le tissu de l'utérus est constitué par une couche musculaire de fibres entrelacées. Il est recouvert d'une muqueuse riche en vaisseaux.

Du col de l'utérus au dehors s'étend un conduit membraneux de 10 à 12 centim. de long nommé *vagin*, dont à l'état ordinaire les parois sont accolées. Il est séparé, en avant, de la vessie par une cloison nommée *vésico-vaginale*, en arrière, du rectum par une autre cloison appelée *recto-vaginale*.

Œuf. L'œuf réduit à sa plus simple expression n'est autre chose, comme nous l'avons dit plus haut, qu'une cellule. Cette cellule, à laquelle on donne habituellement le nom d'*ovule*, est formée d'une masse granuleuse, le *jaune* ou *vitellus*, contenant à son centre une petite vésicule, *vésicule germinative*, et recouverte par une membrane nommée *membrane vitelline*.

L'œuf de la plupart des mammifères, et celui de la femme en particulier, n'a qu'un dixième de millimètre de diamètre, tandis que celui des oiseaux a un volume considérable; mais chez tous les animaux, il est construit exactement sur le même plan; s'il est plus gros chez les oiseaux, c'est qu'il contient chez ces derniers une provision de nourriture destinée à l'entretien de l'animal pendant son développement, provision inutile pour les animaux qui se développent comme les mammifères dans le sein maternel. Au début de son existence, l'œuf de l'oiseau ne s'étant pas encore recouvert des parties destinées à la nourriture de l'embryon, est tout à fait identique à celui des mammifères.

L'œuf de la femme — ou pour mieux dire l'ovule, car le nom d'œuf est plutôt applicable à l'ovule revêtu, comme chez les oiseaux, des parties accessoires nécessaires à l'entretien de l'em-

bryon — est, ainsi que nous l'avons vu, contenu dans des sacs membraneux nommés vésicules de Graaf qui recouvrent la surface des ovaires.

En raison de sa petitesse, son existence fut longtemps ignorée. Ce n'est qu'en 1828 qu'il fut aperçu pour la première fois par le savant russe Bær. Quelques années après, Coste prouva son identité avec l'œuf des oiseaux.

Ponte de l'œuf ou ovulation. L'œuf peut être comparé à un fruit qui mûrit et qui, suffisamment mûr, se détache de la branche qui le portait. Arrivé à un certain degré de maturation, il s'échappe de l'ovaire et tombe au dehors. C'est à ce phénomène qu'on a donné le nom de *ponte de l'œuf* ou *ovulation*.

Il se manifeste chez les mammifères à époques périodiques variables suivant les espèces. Dans l'espèce humaine, il revient une fois par mois; chez les insectes, il ne se produit qu'une fois dans la vie et est suivi de la mort de l'animal.

La maturation de l'œuf est accompagnée d'un développement correspondant de la vésicule de Graaf qui le renferme. Cette vésicule se dilate considérablement, comme nous l'avons vu, et bientôt trop distendue se brise et laisse échapper son contenu au dehors.

Si, en traversant les organes sexuels, l'œuf rencontre dans un endroit convenable les éléments destinés à le féconder, il est fécondé, se fixe dans l'utérus, se développe et devient embryon; dans le cas contraire, il est expulsé au dehors. Fécondé ou non, l'œuf est toujours expulsé au dehors chez les oiseaux, le développement de l'embryon se faisant chez eux hors du sein maternel.

Chez les mammifères, la ponte périodique de l'œuf est accompagnée d'un ensemble de phénomènes congestifs du côté de l'utérus, hémorrhagie etc., auxquels on a donné le nom de *rut* chez les animaux et de *menstruation* chez la femme. Dans l'espèce humaine, la chute de l'œuf et l'hémorrhagie qui l'accompagne reviennent à peu près tous les 27 jours, c'est-à-dire environ une fois par mois.

Ce n'est qu'à une certaine époque de la vie, nommée la *puberté* chez la femme, qu'a lieu la chute du premier œuf; mais les ovules existent dans les ovaires bien avant la naissance. A une période de

l'existence, nommée *ménopause* ou *âge de retour*, ce phénomène s'arrête pour toujours.

Dans nos climats, l'ovulation et la menstruation qui l'accompagne commencent entre 12 et 15 ans et se terminent entre 45 et 50 ans. La quantité de sang rendue pendant chaque période menstruelle varie suivant les latitudes. Dans les parties centrales de l'Europe, elle est de 150 à 500 grammes; dans les pays du Nord, comme le Groënland, elle dépasse à peine quelques gouttes.

Le sang qui s'écoule pendant la menstruation provient des capillaires de la muqueuse utérine qui, considérablement congestionnés, finissent par se rompre. Il est uniquement composé de sang veineux mélangé à des mucosités de l'appareil génital.

Pendant la gestation, la menstruation est supprimée et ne reparaît que dans le second mois qui suit l'accouchement.

On a toujours su que les femelles des oiseaux peuvent pondre des œufs sans avoir été fécondées, mais on ignorait qu'il en fût de même dans l'espèce humaine. Il n'y a que 25 ans environ, qu'un illustre physiologiste dont la science déplore la perte récente, notre savant ami, M. Pouchet, démontra * que chez la femme, comme chez les mammifères et dans toute la série animale, l'ovaire émet des œufs à époques périodiques et que la fécondation ne peut se produire que lorsque cette émission coïncide avec la présence de l'élément fécondateur.

Dans l'espèce humaine, la chute de l'œuf se fait dans les 10 jours qui suivent la menstruation. Il en résulte qu'en dehors de cette période de 10 jours la fécondation est évidemment impossible. Le fait a été physiologiquement démontré par M. Pouchet. J'ai montré dans mon *Traité de la génération* qu'il était connu dans l'antiquité la plus reculée, ainsi que me l'a prouvé la lecture de certains passages d'un de nos plus anciens ouvrages sanscrits, *Les lois de Manou.* ** Ce fut la connaissance du même fait qui permit à Fernel, médecin de Henri II, de combattre la stérilité de Catherine de Médicis.

* Théorie positive de l'ovulation spontanée; in-8°, 1847.
** Mânava Dharma Çastra. Lois de Manou, livre III, §§ 45 et 46.

La loi de Pouchet, vraie en principe, peut cependant présenter des exceptions dues soit à un retard dans la sortie de l'ovule, soit à la vitalité des spermatozoïdes qui, introduits dans l'utérus avant la menstruation, peuvent quelquefois y vivre jusqu'au moment de la chute de l'œuf et aller le féconder.

Organes sécréteurs des éléments fécondants de l'œuf. Les organes sécréteurs des éléments fécondants de l'œuf ont reçu chez les animaux le nom de *testicules*. Le liquide qu'ils sécrétent s'accumule dans des réservoirs nommés *vésicules séminales*, d'où il est éliminé ensuite au dehors par le canal de *l'urèthre*.

Les testicules peuvent être considérés comme correspondant aux ovaires; ce sont deux glandes ovoïdes entourées d'enveloppes nommées les *bourses*, lesquelles sont composées de plusieurs tuniques: le *scrotum* qui correspond à la peau, le *dartos* qui est l'analogue du tissu cellulaire sous-cutané, une *tunique fibreuse* formée de lames celluleuses entre lesquelles se trouve un muscle, le *crémaster*, qui peut, chez certains animaux, faire remonter les testitules dans l'abdomen, et enfin une membrane séreuse, la *tunique vaginale*, dépendance du péritoine et qui tapisse toute la surface du testicule auquel elle est soudée.

Chaque testicule est formé d'une masse filamenteuse très-molle recouverte d'une tunique fibreuse résistante nommée *tunique albuginée*, qui envoie dans l'intérieur de l'organe des prolongements qui le divisent en 150 ou 200 petites loges triangulaires nommées *lobules*.

La masse pulpeuse que contient chaque petite loge est formée par 2 ou 3 tubes cylindriques, nommés *canaux séminifères*, enroulés sur eux-mêmes. Leur grosseur est celle d'un cheveu, c'est-à-dire un dixième de millimètre environ. Leur longueur est de 60 centimètres.

Les canaux séminifères s'anastomosent à une de leurs extrémités et forment une dizaine de conduits qui vont se jeter dans un tube d'une douzaine de mètres de longueur très-replié sur lui-même, nommé *épididyme*, placé sur le dos des testicules dont il occupe la longueur. L'extrémité inférieure de l'épididyme se continue avec un canal nommé *canal déférent*, qui, réuni à l'artère et à la veine

spermatiques, ainsi qu'aux nerfs et vaisseaux lymphatiques de cette région, s'étend jusqu'à la partie inférieure de la paroi abdominale qu'il traverse dans un point nommé *anneau inguinal*. Au-dessus de cet anneau, les parties précédentes se séparent et le canal déférent va se jeter dans les réservoirs nommés *vésicules séminales*.

Les *vésicules séminales* sont deux réservoirs de cinq centimètres de long placés de chaque côté de la vessie, entre cet organe et le rectum, derrière la prostate. Chacune d'elles est constituée par l'enroulement sur lui-même d'un canal de 15 centimètres de longueur sur un centimètre et demi de largeur.

C'est dans ces réservoirs que séjourne le liquide sécrété par les canaux séminifères ; au moment de son émission il en sort par un conduit, *canal éjaculateur*, de 1 à 2 centimètres de long qui va s'ouvrir dans l'urèthre après avoir traversé une glande nommée *prostate*, dont la destination semble être de sécréter un liquide destiné à délayer le produit de la sécrétion des canaux séminifères.

C'est par *l'urèthre* que s'échappe au dehors le liquide contenu dans les vésicules séminales. Cet organe est un canal de 15 à 20 centimètres de longueur, placé, comme une baguette entre les canons d'un fusil, entre deux corps érectiles désignés sous le nom de *corps caverneux*. Une de ses extrémités fait suite au col de la vessie, l'autre se termine par un renflement appelé *gland*, percé à son extrémité d'une fente nommée *méat urinaire*.

Les corps caverneux naissent des branches inférieures du pubis par deux racines. Ils sont constitués par des lamelles fibreuses entre-croisées, mélangées de fibres musculaires. Dans cet organe, comme du reste dans tous les organes érectiles, c'est-à-dire susceptibles de changer considérablement de volume, le réseau capillaire intermédiaire aux artères et aux veines est remplacé par un système de lacunes ou cavités communiquant entre elles et pouvant par suite se dilater considérablement quand elles sont remplies de sang. Cette dilatation se produit toutes les fois que l'organe reçoit dans un temps donné plus de sang qu'il n'en sort, ce qui est, comme nous l'avons vu dans un précédent chapitre, le mécanisme de toutes les congestions.

Ce phénomène est placé sous la dépendance du système nerveux.

Les capillaires artériels dilatés par l'action des vaso-moteurs amènent plus de sang dans l'organe qu'ils n'en recevaient d'abord, et comme, soit par suite de la contraction de leurs fibres musculaires, soit pour toute autre cause, les veines ne peuvent se dilater assez pour donner immédiatement passage à une quantité de sang égale à celle amenée par les artères, l'augmentation de volume de l'organe, c'est-à-dire son érection, se produit.

Eléments fécondateurs de l'œuf. L'appareil que nous venons de décrire et qui, comme nous l'avons dit, correspond à l'ovaire, a pour fonction de sécréter un liquide blanc, épais, à réaction alcaline, nommé *sperme*. Examiné au microscope, il contient des milliers de petits corps constamment en mouvement, auxquels on a donné le nom de *spermatozoïdes*. Par leur aspect, ces petits êtres rappellent la forme d'un têtard de grenouille. Ils progressent à l'aide des ondulations qu'ils impriment à leur queue et parcourent un centimètre environ en 3 minutes, vitesse considérable relativement à l'exiguité extrême de leur taille qui ne dépasse pas 1/20 de millimètre.

Leur vitalité est assez considérable : 24 heures après la mort, on les trouve se mouvant encore dans les canaux séminifères; l'eau froide, les acides, l'électricité etc., les font périr immédiatement.

La découverte de ces corpuscules fut faite en 1677 par un étudiant nommé Louis Ham. Depuis cette époque, on a beaucoup discuté sur leur nature, et on les a considérés successivement comme des larves humaines, des infusoires, des parasites, et enfin de simples éléments anatomiques, comme les fibres ou les cellules. Pour M. Pouchet, ils sont de véritables animaux possesseurs d'un sexe et d'organes digestifs; mais son opinion, abandonnée aujourd'hui, n'a pas été confirmée par d'autres observateurs.

Les spermatozoïdes ne se rencontrent pas seulement chez les animaux, mais encore chez les végétaux; dans les uns, comme certains cryptogames, par exemple, ils sont complétement développés et doués de mouvements aussi vifs que ceux de l'homme. Mais, dans la plupart, ils sont réduits à de simples granulations

douées de mouvements, reliées entre elles par un liquide mucilagineux et recouvertes par une enveloppe. La réunion de plusieurs granulations sous une même enveloppe forme une masse sphérique nommée grain de pollen, qui peut être considérée comme l'analogue des cellules mères des spermatozoïdes.

C'est l'ensemble d'un grand nombre de ces petites sphères microscopiques qui forme à la surface des fleurs cette poussière jaune, qu'on y aperçoit au moment de la floraison.

Si les spermatozoïdes pouvaient être réellement considérés comme des animalcules, on voit, par ce qui précède, qu'un grand nombre de végétaux commenceraient, au début de leur existence, par être des animaux; animaux qui n'ont, du reste, de l'animalité que le mouvement et qui, en devenant végétaux, s'élèvent certainement dans la série des êtres.

Fig. 303, 304, 305, 306, 307, 308.

Développement des Spermatozoïdes. *

C'est au fond des culs-de-sac qui terminent les canalicules séminifères des animaux que les spermatozoïdes prennent naissance. A l'âge de la puberté commencent à apparaître dans leur cavité des cellules contenant une masse granuleuse. Cette masse se fractionne bientôt en deux cellules, qui elles-mêmes se divisent en plusieurs autres, et bientôt dans chacune d'elles se forme un spermatozoïde enroulé sur lui-même. Lorsque les spermatozoïdes sont bien développés, ils brisent la cellule qui les contenait et s'appliquent contre la paroi de la cellule mère, où ils constituent en se réunissant une sorte de faisceau. Bientôt la cellule mère finit elle même par se rompre, et les spermatozoïdes se séparent et deviennent libres.

* Fig. 303 à 306. — Cellules spermatozoïdes à divers degrés de développement.

Fig. 307. — Faisceau de spermatozoïdes appliqués contre les parois d'une cellule-mère (on n'en a représenté qu'un petit nombre pour ne pas nuire à la clarté du dessin).

Fig. 308. — Spermatozoïdes de l'homme vus à un fort grossissement.

La production des spermatozoïdes commence à l'âge de la puberté et se continue pendant la plus grande partie de l'existence.

Les spermatozoïdes ont la plus grande analogie avec les ovules. La cellule mère dont ils émanent est considérée par M. Robin comme un ovule mâle. Ce dernier, après sa segmentation, se transformerait en spermatozoïde, l'ovule femelle en embryon.

Ce fut l'abbé Spallanzani qui prouva le premier que c'étaient uniquement les spermatozoïdes, et non la vapeur qu'on supposait se dégager du sperme, qui étaient doués d'un pouvoir fécondant. En exposant des œufs de grenouille au sperme du mâle, il montra que jamais les œufs n'étaient fécondés, tandis qu'ils l'étaient, au contraire, si on les mettait en contact avec le liquide. En filtrant le sperme, il vit que le liquide filtré n'avait aucun pouvoir fécondant. Les expériences multipliées de fécondation artificielle pratiquées chez un grand nombre d'animaux, depuis les poissons jusqu'à l'homme, soit en déposant le liquide contenant les spermatozoïdes sur l'œuf à féconder, soit en l'injectant dans les organes sexuels, ont surabondamment prouvé d'ailleurs que ces corpuscules sont les seuls agents de la fécondation. L'union des sexes, qu'on n'observe du reste que chez une partie des animaux, n'a d'autre résultat que de les mettre en présence de l'œuf.

Fécondation de l'œuf. Le problème de la fécondation a exercé la sagacité des médecins et des physiologistes de tous les temps, mais ce n'est que d'hier que la science a commencé à soulever le voile dont la nature avait recouvert ce difficile problème. La découverte des éléments destinés à être fécondés a, en effet, à peine un demi-siècle d'existence.

Les théories des anciens sur la génération ne sont guère que des hypothèses sans aucun fondement. Hippocrate croyait que le mâle et la femelle sécrétaient un liquide provenant de toutes les parties de leur corps, auquel l'utérus et les testicules servaient uniquement de réservoirs et dont le mélange formait le nouvel être. Aristote et Galien professèrent des théories analogues.

Il faut arriver jusqu'au dix-septième siècle pour voir cette question étudiée expérimentalement. Fabrice d'Acquapendente et

Harvey apportèrent à son examen tout leur génie observateur. Cependant, malgré les expériences que fit ce dernier sur les animaux des parcs royaux que Charles Ier mettait à sa disposition, l'existence de l'œuf des mammifères et la vraie théorie de la génération ne furent pas découvertes. Ne trouvant pas de traces du fluide séminal dans l'utérus après les rapprochements sexuels, Harvey en conclut que la vapeur qui s'en dégageait agissait seulement en excitant l'utérus, qui sécrétait alors une humeur destinée à se transformer en œuf. C'est de cette théorie erronée que naquit son célèbre axiome : *Omne vivum ex ovo.*

Ce fut l'anatomiste Stenon qui prouva le premier l'identité de l'ovaire des mammifères et de celui des oiseaux. De Graaf découvrit ensuite les vésicules qui portent son nom, mais il les confondit avec l'œuf lui-même. Ce n'est qu'en 1827 que Baer reconnut l'existence de ce dernier et montra que la vésicule de Graaf n'est qu'un sac destiné à le contenir. Coste, peu d'années après, trouva que l'œuf est formé des mêmes éléments chez tous les animaux. Quant aux spermatozoïdes, nous avons vu précédemment que leur action avait été mise en évidence par les travaux de Spallanzani.

L'œuf et les spermatozoïdes étant les deux éléments de la fécondation, on comprend qu'elle ne soit possible que quand ils sont en présence. Nous avons vu, en effet, qu'en dehors des époques où l'œuf sorti des ovaires chemine dans les organes sexuels, c'est-à-dire dans les dix jours environ qui suivent la menstruation, elle ne peut se produire.

Les spermatozoïdes introduits dans les organes sexuels y cheminent fort lentement. Les observations faites sur des lapins prouvent qu'ils n'arrivent guère dans l'ovaire que 24 heures après les rapports sexuels. Pour arriver du vagin dans le col de l'utérus, il leur faut de 15 à 20 minutes.

Le lieu précis où s'opère la fécondation de l'œuf par les spermatozoïdes n'est pas encore exactement connu. Coste pense, d'après ses expériences sur des mammifères, que ce n'est que vers l'ovaire ou dans le premier quart de la trompe que l'œuf peut être fécondé. Sans doute la rencontre des spermatozoïdes et de l'œuf peut se

faire dans les différents points qui séparent l'ovaire de l'utérus, puisque ces éléments parcourent en sens inverse le même chemin. Mais l'œuf arrivé dans l'utérus serait, d'après l'éminent physiologiste que nous venons de citer, parvenu à un degré trop avancé de maturité pour être fécondé.

Dans l'espèce humaine, un seul rapprochement sexuel n'a le plus souvent pour résultat que la fécondation d'un seul œuf. Les grossesses multiples tiennent généralement à la rupture simultanée de plusieurs œufs. Mais chez certains animaux, comme les abeilles et les oiseaux par exemple, un seul accouplement peut en féconder un nombre assez élevé. Une seule approche d'un coq ne peut, comme le croyaient les anciens et Buffon lui-même, féconder une poule pour une année entière; mais elle suffit à la rendre féconde pendant 18 jours. Passé ce terme, les œufs pondus n'étant pas fécondés, ne peuvent se transformer en embryon.

La fécondation de l'œuf se fait par la pénétration des spermatozoïdes à son intérieur. Après s'y être introduits, ils s'y meuvent quelque temps, comme on l'a constaté sur des œufs de grenouille et de lapin, puis disparaissent dans le jaune, en se résolvant sans doute en granulations qui se mélangent avec lui.

L'ovule qui a subi le contact des spermatozoïdes est fécondé, c'est-à-dire apte à subir une série de métamorphoses qui l'amèneront à se transformer en un nouvel être.

L'observation démontre que plusieurs spermatozoïdes pénètrent toujours dans l'ovule. Ce fait, comme le dit Coste, « pourrait faire « supposer une paternité mixte, dans le cas ou deux mâles appro- « cheraient la même femelle successivement. »

Une femelle peut également accoucher, à peu de distance, de deux sujets fécondés chacun par les spermatozoïdes d'individus différents. Il suffit, pour que le phénomène se produise, que deux ovules se trouvant en même temps dans la trompe, le premier soit en contact avec les spermatozoïdes d'un des individus, et le second avec les spermatozoïdes de l'autre. Ainsi peut s'expliquer le fait rapporté par Buffon d'une femme de la Caroline, qui accoucha de deux jumeaux, l'un blanc et l'autre noir, et qui avoua avoir eu successivement des rapports avec un blanc et un nègre.

Causes de la production des sexes. Tous les œufs qui sortent des ovaires ont le même aspect; cependant ils doivent différer entre eux, puisque les uns produisent des sujets mâles, et les autres des sujets femelles. Mais la cause de la production des sexes est encore fort mal connue.

Un agronome distingué, Girou de Buzareingue, possédant de nombreux troupeaux, a publié un travail important pour démontrer que les enfants héritent du sexe du parent dont la vigueur, au moment de la conception, est prédominante. Un sujet âgé ou débile, ou un homme jeune mais efféminé, uni à une femme vigoureuse, aurait des filles plutôt que des garçons. D'après les recherches de Boudin, Hofacker, Sadler, etc., le sexe masculin prédominerait quand le père est plus âgé que la mère, et le sexe féminin quand c'est la mère qui est la plus âgée; mais ce sont là, comme on le voit facilement, des généralisations vagues souvent démenties, du reste, par des faits particuliers nombreux.

L'étude de la reproduction chez les abeilles a conduit plusieurs physiologistes à admettre que le sexe dépendrait du degré de maturité de l'œuf. Fécondé dans les premiers temps de sa chute, alors qu'il n'a pas atteint toute sa maturité, il produirait une femelle. Fécondé seulement lorsqu'il a eu le temps de mûrir en traversant les organes sexuels, il donnerait un mâle. Les femelles proviendraient donc d'œufs incomplétement développés, et les mâles d'œufs arrivés à leur maturité complète.

On a observé, en effet, chez les femelles des animaux cités plus haut et qu'un seul rapprochement suffit à féconder pour une année entière, que pendant les premiers mois qui suivent la fécondation, alors que les œufs sont sans doute moins mûrs, ils donnent des abeilles femelles, tandis qu'ils donnent au contraire des sujets mâles pendant les derniers mois de la ponte, alors probablement qu'ils ont atteint leur maturation complète. Si on ne laisse le mâle s'approcher des abeilles qu'après un certain temps, tous les œufs qu'elles pondent ne donnent que des abeilles mâles, ce qui s'expliquerait d'après ce qui précède, en admettant que les ovules sont arrivés alors à un degré de maturité trop avancé pour donner des femelles.

Un agronome habile, M. Thury, de Genève, a voulu vérifier si ce qui se passe chez les abeilles se passerait aussi chez les mammifères. Sachant que chez les vaches l'œuf détaché au moment du rut reste de 24 à 48 heures dans les organes sexuels, il fit féconder un certain nombre de ces animaux aux premiers signes du rut, alors que l'œuf n'est pas encore complétement mûr, et un certain nombre d'autres à la fin de cette période, alors que la maturité de l'œuf est complète. Dans le premier cas, il obtint toujours, conformément à la théorie, des femelles, et dans le second cas, des mâles.

Si des expériences analogues, répétées un grand nombre de fois, donnaient toujours le même résultat, leur application à l'espèce humaine serait facile. La descente de l'œuf correspondant chez la femme à la période du rut des animaux, se fait, suivant Pouchet, dans les 10 jours qui suivent la fin de la menstruation; par conséquent les rapprochements faits immédiatement après la fin de la menstruation donneraient des sujets femelles, et 8 à 10 jours après des sujets mâles.

Sans me prononcer absolument sur cette question, dont je m'occupe, du reste, depuis longtemps, je dois dire que j'ai plusieurs fois observé, chez des personnes différentes, la naissance d'enfants féminins dont la conception correspondait à des rapports sexuels ayant eu lieu pendant la fin de la période menstruelle ou immédiatement après sa disparition.

CHAPITRE II.

DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF FÉCONDÉ ET TRANSFORMATION DE L'EMBRYON.

§ 1er. *Développement de l'œuf fécondé.* — Transformations de l'œuf fécondé. — Formation de l'embryon. — Respiration et nutrition de l'embryon. — Ses rapports avec la mère. — Circulation avant la naissance. — § 2. *Développement de l'embryon.* — Transformations du fœtus. — Formes des animaux inférieurs revêtues par l'embryon avant sa naissance. — Observations d'Agassiz, Coste, etc. — Transformations subies par le fœtus dans le sein maternel. — Influence exercée par la mère sur le fœtus. — Production volontaire des monstruosités. — Influence de l'état des parents au moment de la conception. — Faits démontrant l'influence exercée par la mère sur le fœtus pendant la grossesse. — L'éducation antérieure. — Grossesse. — Son influence sur les organes. — État moral de la femme pendant la grossesse. — Accouchement. — Lactation.

§ 1er.

DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF FÉCONDÉ.

Transformation de l'œuf fécondé. Le premier phénomène apparent présenté par l'œuf fécondé est la segmentation du vitellus. Ce dernier se divise d'abord en deux globules, qui se subdivisent eux-mêmes en deux autres, lesquels éprouvent bientôt une segmentation analogue, et ce phénomène se continue jusqu'à ce que l'œuf soit rempli de globules. Ces derniers se recouvrent rapidement d'une enveloppe et constituent alors une agglomération de petites cellules.

Bientôt ces cellules quittent la partie centrale de l'œuf, se groupent vers sa circonférence, c'est-à-dire vers la membrane vitelline et, en s'aplatissant contre elle, finissent par former une membrane nommée *blastoderme*, de laquelle naissent l'embryon et toutes les parties qui en dérivent.

Son apparition est annoncée par la formation sur un des points du blastoderme d'une tache nommée *tache embryonnaire*, premier

vestige de l'embryon. Dans sa longueur se voit une petite ligne, indice de la moelle épinière.

C'est dans les huit premiers jours de la fécondation, alors que l'œuf est encore dans les trompes, que se forment le blastoderme et la tache embryonnaire. Pendant qu'il subit ces transformations, il continue à progresser et arrive dans l'utérus, où il se couvre de villosités qui l'y fixent solidement. En même temps la muqueuse utérine se boursoufle autour de lui et finit par l'entourer complétement en lui constituant une enveloppe à laquelle on a donné le nom de *membrane caduque*.

Formation de l'embryon. Arrivé dans l'utérus, l'œuf ou l'embryon n'existe, comme nous venons de le dire, que sous forme d'une tache placée sur la membrane formée par la réunion des cellules que l'œuf contenait, c'est-à-dire le blastoderme. Cette tache se développe rapidement et en même temps le blastoderme se dédouble en deux feuillets : le feuillet externe se réfléchit autour de l'embryon et lui forme une enveloppe nommée *amnios;* le feuillet interne se sépare du précédent et forme, en se repliant sur lui-même, ainsi que l'indique très-bien la fig. 312, deux vésicules, la *vésicule ombilicale*, organe de nutrition passager qui ne subsiste que pendant les premiers temps de la vie fœtale, et la *vésicule allantoïde*, qui, après s'être développée, s'applique contre les parois de l'œuf et donne naissance plus tard, en un point peu étendu de sa surface, à une masse arborescente de vaisseaux destinés à former le placenta, seul organe de communication entre la mère et le fœtus.

Dans les derniers mois de son développement, et alors qu'il a subi les métamorphoses que nous décrirons plus loin, les enveloppes de l'œuf contenant le fœtus sont de dedans en dehors : l'*amnios*, le *chorion* et la *caduque*.

L'amnios est formé, comme nous l'avons vu plus haut, par le feuillet externe du blastoderme. Il est plein d'un liquide dans lequel est plongé le fœtus. Dans sa portion la plus rétrécie, ce sac sert aussi de gaîne au cordon *ombilical*, qui fait communiquer le fœtus avec les organes maternels. Ce cordon est constitué par

Fig. 309. — 1) Couche albumineuse dont l'épaisseur augmente à mesure que l'œuf progresse dans les trompes. — 2) Membrane vitelline présentant des spermatozoïdes dans son épaisseur. — 3) Vitellus segmenté.

Fig. 310. — 1) Membrane vitelline. — 2) Vitellus dont les cellules se réunissent pour former le blastoderme.

Fig. 311. — 1) Membrane vitelline recouverte de villosités qui fixent l'œuf à l'utérus. — 2) Feuillet externe du blastoderme. Un point c de ce feuillet s'épaissit bientôt pour former la tache embryonnaire, premier vestige de l'embryon; à chacune de ses extrémités le blastoderme se soulève et ses replis AB marchent à la rencontre l'un de l'autre et finissent par former un sac, l'*amnios*, presque entièrement formé dans la fig. 312 et complétement formé dans la fig. 313, dans lequel l'embryon est entièrement enveloppé. — 3) Feuillet interne du blastoderme. — 4) Vésicule ombilicale.

Fig. 312. — On a donné dans cette figure des épaisseurs différentes aux membranes qui enveloppent le fœtus, afin qu'on puisse facilement suivre le contour de chacune d'elles. En suivant ces contours on voit aisément que la vésicule ombilicale V, l'allantoïde A, le fœtus E et l'amnios *m m*, *b b* sont formés par les replis des deux sacs concentriques 1, 2, qui constituent le blastoderme.

1) Feuillet interne du blastoderme; on voit, en suivant ses contours, qu'il forme la vésicule allantoïde A et la vésicule ombilicale V.

2) Feuillet externe du blastoderme; on voit, en suivant ses contours, qu'il forme autour du fœtus un sac, qui sera complet lorsque les points *b b* se seront entièrement rapprochés et soudés, ainsi que cela a lieu dans la fig. 313. Ce sac se rétrécira plus tard en *m m* comme une bourse dont on serre les cordons, ainsi qu'on le voit aussi dans la fig. 313, pour former une gaîne aux parties qui constitueront plus tard le cordon ombilical, c'est-à-dire les vestiges de la vésicule ombilicale, le pédicule de l'allantoïde et enfin les vaisseaux nourriciers du fœtus.

3) Membrane vitelline, disparue d'après plusieurs auteurs. En se soudant avec les feuillets 1, 2 du blastoderme elle forme le chorion.

A) Vésicule allantoïde. — V) Vésicule ombilicale. — E) Fœtus. — P, P, P) Villosités qui fixent l'œuf à l'utérus en s'enfonçant dans la muqueuse utérine. Elles s'atrophient bientôt, sauf une partie circonscrite où elles se développent, ainsi qu'on le voit dans la figure 313, et forment le placenta.

Fig. 313. — 1, 2) Placenta. — 3) Vésicule allantoïde dont les vaisseaux considérablement développés en une région limitée forment le placenta.. — 4) Pédicule de la vésicule ombilicale réduite à un cordon et insérée au sommet de l'anse intestinale primitive. — 5) Amnios formant une gaîne (par suite du rapprochement des points *m m* de la figure précédente) au pédicule de la vésicule ombilicale et à l'allantoïde. — 6) Vestige de la vésicule ombilicale. — 7) Amnios. — 8) Allantoïde. — 9) Portion réfléchie de la muqueuse utérine formant la caduque. — 10) Muqueuse de l'utérus. — 11) Coupe de l'utérus. — 12) Col de l'utérus. — 13) Vagin. — 14) Vaisseaux du placenta. — 15) Amnios. — 16) Rudiments de l'intestin. — 17) Fœtus.

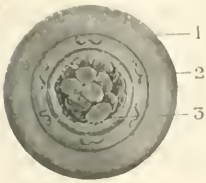


Fig. 309.

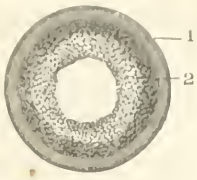


Fig. 310.

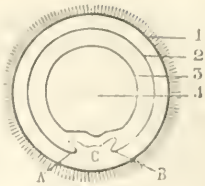


Fig. 311.

Transformation de l'œuf humain fécondé depuis la segmentation du vitellus jusqu'à la formation de la tache embryonnaire.

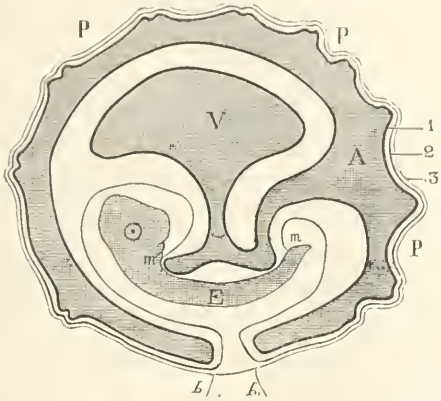


Fig. 312. — *Coupe théorique d'un œuf humain destinée à montrer comment le fœtus, la vésicule allantoïde et la vésicule ombilicale se forment aux dépens des deux feuillets du blastoderme.*

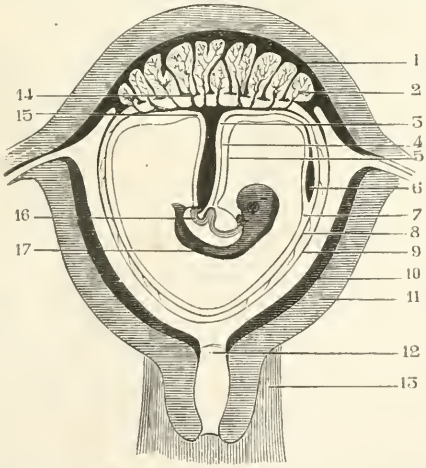


Fig. 313. — *Coupe théorique d'un œuf plus avancé que le précédent* (l'amnios est constitué, la vésicule ombilicale presque disparue et le placenta formé).

les vaisseaux nourriciers du fœtus et une corde fibreuse, dernier vestige de l'allantoïde disparue.

La deuxième enveloppe du fœtus, c'est-à-dire le *chorion*, est constituée par la membrane vitelline, contre laquelle se sont appliqués et soudés les feuillets externes du blastoderme et l'allantoïde (fig. 312).

La troisième enveloppe du fœtus, ou caduque, est tout à fait indépendante de l'œuf; elle est formée, comme nous l'avons dit, par la muqueuse utérine, qui s'est repliée sur l'œuf de façon à l'entourer de toutes parts.

Nutrition du fœtus. Pendant les premiers jours de son existence, l'œuf fécondé ne se nourrit que par endosmose. C'est seulement vers le quinzième jour que se manifestent les rudiments de la circulation. Ils consistent en vaisseaux nommés *omphalo-mésentériques*, allant de la vésicule ombilicale vers le cœur, constitué d'abord par une simple cavité. Mais la vésicule ombilicale n'est qu'un organe transitoire, elle disparaît bientôt. Vers la fin du premier mois, on voit, en effet, les vaisseaux omphalo-mésentériques s'atrophier graduellement en même temps que la vésicule allantoïde se développe. Lorsque cette dernière est complétement développée, elle sert seule à la circulation et ses vaisseaux, soudés à l'utérus, constituent le *placenta*.

La partie superficielle du placenta est formée par les villosités du chorion, qui s'enfoncent dans des dépressions de la muqueuse interne, hypertrophiée de façon à leur former une sorte de gaîne. Sa partie profonde est constituée par les anses vasculaires que chaque villosité reçoit. Chacune contient, en effet, un petit tronc veineux et un petit tronc artériel venus des vaisseaux allantoïdiens. Leurs divisions sont réunies en arcade à leur partie supérieure, en sorte que le sang qu'ils contiennent est séparé des vaisseaux de l'utérus, c'est-à-dire des vaisseaux maternels, non-seulement par l'épaisseur de leurs parois, mais encore par celle des villosités. En même temps que les vaisseaux allantoïdiens se développent et pénètrent dans les replis de la muqueuse utérine, les vaisseaux que cette dernière contient prennent un grand développement et s'interposent entre les villosités.

On voit par cette description que, contrairement à l'opinion des anciens, le sang du fœtus est séparé de celui de la mère par l'épaisseur des vaisseaux qui le contiennent. On a vu, du reste, chez des enfants venus au monde avec leur placenta, la circulation

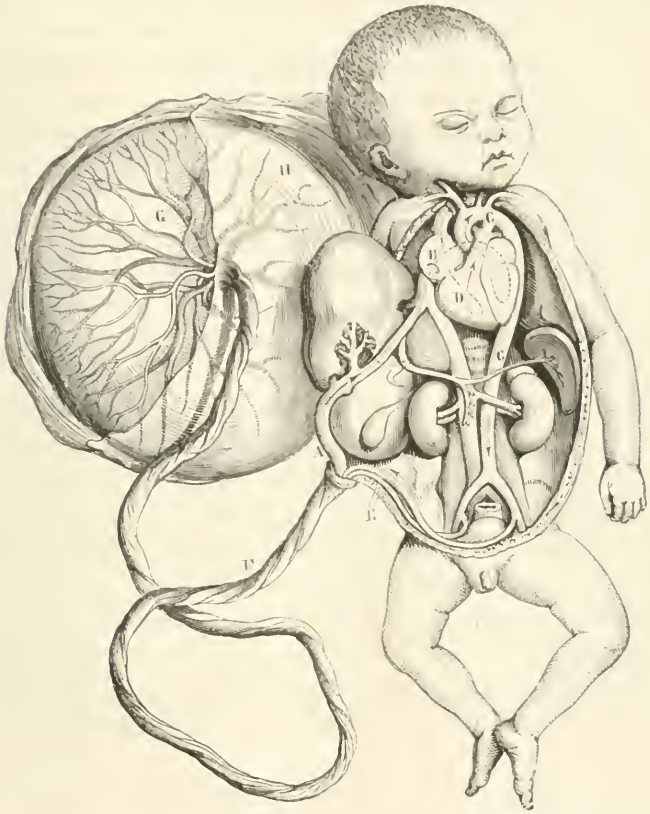


Fig. 314. — *Circulation du Fœtus.**

continuer un quart d'heure sans qu'il se soit échappé du sang de sa masse.

Pendant les premiers mois de la vie embryonnaire, la forme des globules du sang du fœtus diffère sensiblement de celle des glo-

* A) Veine ombilicale. — B) Oreillette droite du cœur. — C, C) Canal artériel et aorte. — D) Ventricule droit. — E) Artères ombilicales. — F) Cordon ombilical. — G) Placenta. — H) Membrane de l'œuf.

bules sanguins maternels, ce qui prouve bien encore que les deux sangs ne sont pas mélangés.

C'est par endosmose et à travers l'épaisseur des vaisseaux que s'opère l'échange entre les matériaux du sang maternel et ceux du sang du fœtus. Les vaisseaux de la mère apportent à ce dernier les matériaux nutritifs et l'oxygène, et reprennent, avec les résidus de la nutrition, l'acide carbonique. C'est là, relativement à l'échange des gaz, un phénomène identique à celui qui se passe dans les poumons pendant la respiration. Par conséquent, bien que ces organes ne fonctionnent jamais pendant la vie fœtale, le fœtus respire en réalité tout comme un animal adulte.

L'eau de l'amnios dans laquelle le fœtus est plongé ne sert nullement, comme on l'a cru pendant longtemps, à sa nourriture et à sa respiration. Ce liquide n'a sans doute d'autre rôle que d'amortir les chocs qui résulteraient pour le fœtus des mouvements violents de la mère.

La nutrition du fœtus se fait, exactement comme sa respiration, par échange, à travers les parois de ses vaisseaux, des éléments du sang qu'ils contiennent avec ceux du liquide maternel. Les aliments lui étant ainsi apportés tout préparés, il n'est pas obligé de les digérer. Aussi, au moment de sa naissance, son tube digestif ne renferme qu'une très-petite quantité de matières; ses reins n'ayant pas à fonctionner davantage, puisque les matériaux inutiles du sang sont éliminés par les vaisseaux maternels, la sécrétion urinaire est presque nulle. La minime quantité de ce liquide produite pendant toute la durée de la gestation se mélange aux eaux de l'amnios.

Lorsque le placenta s'est formé, la circulation du fœtus s'établit de la façon suivante :

Le sang venu du placenta, où il possède la qualité de sang artériel, est conduit au fœtus par la veine ombilicale et se divise bientôt, comme l'indique la figure 314, en deux courants : l'un qui se rend directement à l'oreillette droite du cœur par la veine cave inférieure; l'autre qui n'y arrive qu'après avoir traversé d'abord le foie. Au lieu de passer de cette oreillette dans le ventricule situé au-dessous d'elle, comme dans la circulation après la nais-

sance, le sang se rend directement dans l'oreillette gauche par une ouverture nommée *trou de Botal*, et de là dans le ventricule gauche, dont les contractions le chassent dans l'aorte.

Parmi les divisions de l'aorte, les unes (carotides, iliaques, etc.) conduisent le sang du fœtus dans toutes les parties du corps, les autres (artères ombilicales) le ramènent dans le placenta, où il reprend sa qualité de sang artériel.

Le sang veineux du fœtus revient, comme dans la circulation ordinaire, dans l'oreillette droite du cœur par les veines caves; mais, tandis que celui venu par les membres inférieurs passe directement, avec celui venu du placenta, dans l'oreillette gauche par le trou de Botal, et de là, comme nous l'avons dit, dans le ventricule gauche et dans l'aorte, celui des membres supérieurs a plus de tendance à passer dans le ventricule droit que dans l'oreillette gauche. De ce ventricule il va dans l'artère pulmonaire, et de cette artère se dirige, par un canal nommé *canal artériel*, dans l'aorte, où il se mélange avec le sang artériel qu'elle contient.

Après la naissance, le trou de Botal et le canal artériel s'oblitèrent et la circulation s'établit comme nous l'avons décrit dans le chapitre consacré à l'étude de cette fonction. Elle diffère surtout alors de la circulation avant la naissance, d'abord en ce que le poumon, dans lequel, chez le fœtus, le sang ne pénétrait pas, remplace le placenta, et ensuite parce que le sang artériel n'est mélangé nulle part avec le sang veineux. Il est facile de voir, en effet, par ce qui précède, qu'avant la naissance le sang artériel est toujours plus ou moins mélangé au sang veineux.

§ 2.

DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON.

Transformations du fœtus. C'est dans un espace de temps variant de quelques semaines à quelques mois, suivant les espèces animales, que s'opère la transformation de la cellule, point de départ de l'embryon, en animal complet.

Les transformations que subit l'œuf dans ce court espace de

temps sont des plus profondes, et les différences qu'on observe dans le fœtus entre le moment de sa naissance et le début de sa vie embryonnaire ne résident pas simplement, comme on pourrait le croire, dans les modifications de taille ou de développement de ses organes. Entre l'embryon aux premières semaines de son existence et le fœtus qui va naître, la différence est assurément plus grande que celle qui sépare l'homme adulte d'un reptile ou d'un oiseau. Les plus illustres anatomistes, Serres, Coste, Agassiz notamment, admettent aujourd'hui que, pendant leur vie embryonnaire, les animaux présentent les plus grandes analogies de structure avec les espèces inférieures à l'état adulte. Ainsi que je l'ai déjà dit dans le premier chapitre de cet ouvrage, le système nerveux de l'homme, d'abord constitué par une simple corde dorsale comme celui des poissons, revêt successivement, avant d'arriver à la perfection qui caractérise notre espèce, la forme du système nerveux des reptiles et des oiseaux.

Les formes transitoires par lesquelles passent tous les organes pendant la période embryonnaire représentent ainsi les formes des animaux placés au-dessous d'eux, et l'homme, comme le dit Coste, n'acquiert le privilége de la supériorité hiérarchique qu'après avoir successivement passé par tous les degrés de la série des êtres. La nature, en effet, ne procède jamais par bonds. Elle fait arriver en quelques semaines l'ovule à un état que les ancêtres de l'être dont il émane ont mis peut-être des milliers de siècles à atteindre. Mais, pour l'amener au degré de perfection qu'il doit acquérir, elle l'oblige toujours à franchir tous les échelons qui le séparent de l'individu qu'il formera un jour.

Les recherches paléontologiques récentes d'Agassiz ont donné à cette théorie un appui considérable. En étudiant les débris des poissons qui habitaient la surface du globe il y a des milliers d'années, ce célèbre naturaliste a reconnu que les représentants de ces âges lointains avaient des formes exactement semblables à celles que revêtent les espèces actuelles pendant leur vie embryonnaire. Les êtres inférieurs ne sont donc bien en réalité que les embryons immobilisés des êtres placés au-dessus d'eux.

Étudions maintenant les transformations que subit l'embryon

Fig. 315. — *Première apparition de l'embryon* (tache embryonnaire). *

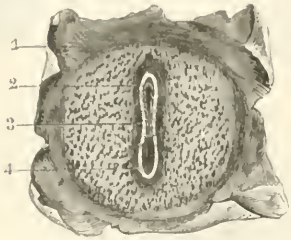


Fig. 316. — *Tache embryonnaire, plus grossie que dans la figure précédente et séparée des parties qui l'entourent.***

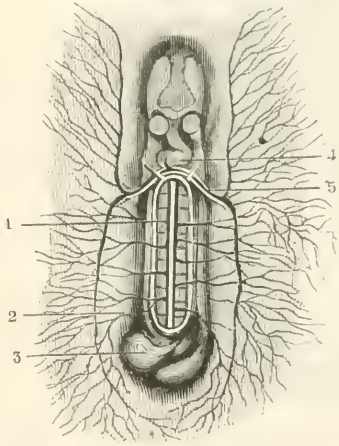


Fig. 317. — *Embryon humain très-grossi, aux premiers jours de son existence.****

* 1, 3) Cellules entourant la tache embryonnaire. — 2) Tache embryonnaire. — 4) Membrane vitelline commençant à présenter des villosités.

** 1) Blastoderme. — 2) Extrémité céphalique de la tache embryonnaire. — 3) Vertèbres. — 4) Extrémité caudale.

*** 1) Aorte. — 2) Artères omphalo-mésentériques provenant des deux aortes. — 3) Allantoïde. — 4) Cœur où convergent les vaisseaux suivants. — 5) Tronc gauche des veines omphalo-mésentériques.

Nous avons fait exécuter ces gravures et les suivantes d'après des préparations et des dessins qui ont été mis avec la plus gracieuse obligeance à notre disposition par M. le professeur Coste. Chacun sait que cet éminent académicien est l'auteur du travail le plus complet publié jusqu'à ce jour sur le développement des êtres vivants.

humain pendant les neuf mois que dure son développement dans le sein maternel.

Premier mois. Pendant les premiers jours qui suivent la fécon-

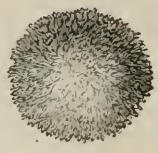


Fig. 318.
Œuf humain de 25 à 30 jours.

Fig. 319.
Le même ouvert et dont le chorion est étalé pour montrer l'embryon et la vésicule ombilicale.

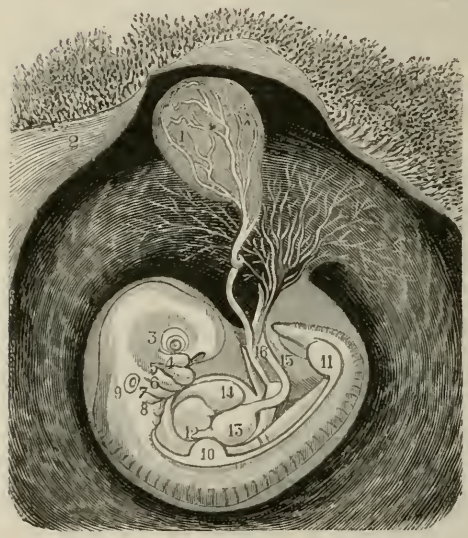


Fig. 320.
*Portion du précédent grossi pour montrer les détails d'organisation de l'embryon.**

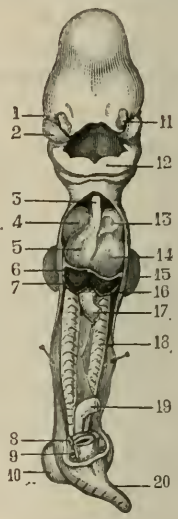


Fig. 321.
*Embryon humain de 25 à 30 jours un peu grossi.***

* 1) Vésicule ombilicale. — 2) Amnios. — 3) Tête de l'embryon. — 4, 5, 6, 7, 8) Bourgeons rudimentaires des diverses parties de la face et du cou. — 9) Rudiments de l'oreille. — 10) Bourgeons du membre supérieur. — 11) Bourgeons du membre inférieur. — 12) Portion auriculaire du cœur. — 13) Foie. — 14) Portion ventriculaire du cœur. — 15) Tronc de l'une des veines ombilicales ramenant le sang du chorion à l'embryon. — 16) Cordon ombilical.

** 1) Tête. — 2) Bourgeon maxillaire supérieur. — 3) Tronc des vaisseaux sanguins. — 4) Oreillette droite. — 5) Ventricule droit. — 6) Diaphragme. — 7) Foie. — 8, 9) Vaisseaux ombilicaux. — 10) Bourgeons du membre inférieur. — 11) Fossette olfactive. — 12) Bourgeons de la mâchoire inférieure. — 13) Oreillette gauche. — 14) Oreillette droite. — 15) Bourgeons du membre supérieur. — 16, 17) Intestin coupé. — 18) Corps de Wolf. — 19) Intestin coupé. — 20) Extrémité caudale.

dation de l'œuf, il se forme, comme nous l'avons dit, sur un point du blastoderme une petite saillie nommée *tache embryonnaire*, premier vestige de l'embryon. Elle présente à son milieu une ligne, indice de la moelle épinière, bientôt renflée à une de ses extrémités en un point qui sera un jour le cerveau.

A la fin de la 2e semaine, on trouve avec cette corde dorsale la vésicule ombilicale et le cœur. A la fin de la 3e semaine, l'allantoïde, le foie, les poumons et le pancréas commencent à se former. Les

Fig. 322. — *Œuf humain de 35 jours, de grandeur naturelle, ouvert pour montrer la vésicule ombilicale et l'amnios contenant l'embryon.*

membres supérieurs se montrent sous forme de bourgeons. Le cœur se divise en deux parties.

A la fin du premier mois, la tête de l'embryon commence à se séparer du tronc qu'elle égale en volume. Il est alors mille fois plus volumineux que l'œuf à son arrivée dans l'utérus. Sa longueur est de 1 centimètre*, son poids de 1 gramme.

Deuxième mois. Pendant le 2e mois, la tête devient bien distincte et ne forme plus qu'un tiers du volume du corps. Les yeux com-

* Les dimensions que nous donnons de l'embryon représentent sa longueur du sommet de la tête à l'extrémité des pieds. Ces dimensions peuvent être très-différentes de celles de l'œuf qui le contient, l'embryon étant replié sur lui-même. Voici, du reste, les dimensions de l'œuf pendant les premiers mois de la vie :

Ovule	1/10 de millim.	Œuf de 8 semaines	4 centimètres.
Œuf de 12 jours	6 millimètres.	» 10 »	5 »
» 2 semaines	1 centimètre.	» 12 »	6 »
» 4 »	2 »	» 15 »	8 »
» 6 »	3 »	» 16 »	9 »

A partir de la seizième semaine, c'est-à-dire du quatrième mois, les dimensions de l'œuf varient considérablement, suivant les sujets.

mencent à s'ébaucher et se montrent sous forme de taches rondes; les organes génitaux sont visibles, mais il est impossible de distinguer leur sexe. L'ossification du maxillaire inférieur et de plusieurs os commence. Les muscles se dessinent; les reins, la rate, la langue, le larynx, les enveloppes des centres nerveux apparaissent. A la fin du 2e mois, le bras et l'avant-bras, la cuisse et la jambe sont distincts et des sillons se montrent entre les doigts. Le cordon ombi-

Fig. 323. — *Portion de l'œuf précédent très-grossi.**

lical s'insère à la partie inférieure de l'abdomen. L'embryon a 3 centim. de longueur et pèse 30 grammes.

Troisième mois. Pendant le 3e mois, la tête constitue à elle seule le tiers du corps, les paupières se forment et le globe oculaire se dessine à travers, les doigts deviennent distincts et les ongles se forment. Le sexe peut être reconnu. Le placenta est constitué et le cordon ombilical commence à s'enrouler sur lui-même et son insertion se fait près du pubis. A la fin du 3e mois, la longueur de l'embryon est de 10 centim. et son poids de 60 à 80 grammes.

* 1) Tête du fœtus. — 2) Membre supérieur. — 3) Membre inférieur. — 4) Cordon ombilical, en grande partie formé par le pédicule de l'allantoïde. — 5) Intestin et artère omphalo-mésentérique. — 6) Cœur. — 7) Foie. — 8, 9) Vaisseaux ombilicaux. — 10) Villosités du chorion. — 11, 12) Amnios en partie ouvert pour montrer l'embryon. Il lui forme à sa partie supérieure une gaine qui se continue avec les parois abdominales de l'embryon. — 13) Chorion.

Quatrième mois. Toutes les parties de l'embryon sont bien distinctes, la peau est rose et devient consistante, le prépuce se forme.

Fig 324. — *Utérus en état de gestation contenant un œuf de 40 jours (dimensions réduites).**

Fig. 325. — *Œuf humain de 45 jours, de grandeur naturelle, ouvert pour montrer la vésicule ombilicale et l'embryon (ce dernier s'aperçoit à travers l'amnios).*

L'insertion du cordon ombilical se fait encore comme précédemment très-près du pubis. A cette période de son existence, l'embryon

* 1) Embryon dépouillé de ses enveloppes. — 2) Vésicule ombilicale. — 3) Amnios. — 4, 5, 6) Utérus.

prend généralement le nom de *fœtus*, il a 12 à 18 centim. de longueur et pèse environ 150 à 200 gr.

Cinquième mois. La peau se recouvre d'un léger duvet et des poils se montrent sur la tête. Cette dernière a beaucoup diminué de grosseur et n'est plus que le quart de la longueur totale du corps. L'insertion du cordon ombilical s'éloigne du pubis et se rapproche du milieu du corps. La longueur du fœtus est de 20 à 25 centim. et son poids de 250 à 400 gr.

Sixième mois. L'insertion du cordon ombilical se rapproche de plus en plus du milieu du corps. Les testicules ne sont pas encore dans le scrotum. La longueur du fœtus est de 30 à 35 centim. et son poids de 500 à 700 gr.

Septième mois. Les testicules s'engagent dans le scrotum, les paupières s'entr'ouvrent et tous les organes précédemment cités continuent à se développer. La longueur du fœtus est de 35 à 40 centim. et son poids varie de 1200 à 1500 gr.

Huitième mois. Le cordon ombilical s'insère à 2 centim. au-dessous du milieu du corps. Le fœtus, bien développé, est alors très-viable en dehors du sein maternel. Sa longueur est de 40 à 45 centim. et son poids d'environ 2000 gr.

Neuvième mois. Le fœtus a atteint tout le développement dont il est susceptible dans le sein maternel et ne saurait y vivre plus longtemps; ses cheveux ont 2 à 3 centim. de longueur, ses ongles se prolongent jusqu'au bout des doigts; sa longueur est alors d'environ 50 centim. et son poids varie de 3000 à 4000 gr.

Influence de la mère sur le fœtus. L'influence exercée sur les êtres vivants par le milieu où ils sont plongés étant bien démontrée, on comprend facilement que le milieu où vit le fœtus doit également exercer sur son développement une action profonde. Dans un récent travail fort curieux sur la *Production artificielle des monstruosités*, le docteur Dareste a fait voir qu'en troublant systématiquement le milieu où se développe l'embryon, il était possible d'obtenir telle ou telle monstruosité déterminée : monstres sans têtes, monstres qui n'ont qu'un œil, monstres dont le cerveau est hors de la tête, etc.

Depuis l'antiquité jusqu'à nos jours l'influence exercée par la mère sur le fœtus a toujours été admise par la majorité des médecins. Parmi les observateurs contemporains, la liste de ceux qui ont reconnu cette influence est considérable. Je citerai seulement parmi eux Geoffroy Saint-Hilaire, qui considérait comme certain, et je suis absolument de son avis, que les impressions morales vives retentissent profondément sur le produit que la mère porte dans son sein.

Avant même qu'il soit devenu embryon, le germe subit l'influence du milieu qui l'entoure ; l'état des parents au moment de la conception a un effet considérable sur son évolution ultérieure. Le sujet conçu pendant la surexcitation de l'ivresse est voué à une existence misérable. « Enfant, dit le docteur Lancereaux dans un travail couronné par l'Institut, il est emporté par des convulsions ou d'autres désordres nerveux, ou reste idiot ou imbécile. Adulte, il a un cachet spécial ; sa tête est petite, sa physionomie est hébétée, son regard sans expression ou stupide. Une susceptibilité ou une mobilité nerveuse plus ou moins accentuée, un état névropathique voisin de l'hystérie, des convulsions épileptiques, des idées tristes, de la mélancolie et de l'hypocondrie, tels sont ses attributs. La passion alcoolique, la tendance à l'immoralité, à la dépravation et au cynisme, tel est en somme le triste héritage que laissent à leurs descendants un nombre malheureusement trop grand d'individus adonnés aux boissons. »

Les Anciens n'ignoraient pas sans doute le danger de la conception sous l'influence de la surexcitation alcoolique, car une loi de Carthage défendait l'usage du vin le jour du mariage.

L'histoire est pleine de faits qui montrent la croyance qu'on a eue dans tous les temps relativement à l'influence morale exercée par la mère sur le fœtus. Montaigne parle dans ses *Essais* d'une jeune fille présentée à un roi de Bohême « toute velue et hérissée, que sa mère disoit avoir esté ainsi conçue à cause d'une image de Sainct Jean-Baptiste pendue en son lict. » Plusieurs auteurs prétendent que la frayeur qu'éprouvait Jacques Ier à l'aspect d'une épée nue tenait à l'épouvante que ressentit Marie Stuart, sa mère, en voyant assassiner Rizio pendant sa grossesse ; mais ce sont là des faits de la réalité desquels nous ne savons rien et qu'on

ne peut que rapprocher de l'histoire de ce pâtre devenu grand calculateur parce que, pendant sa grossesse, sa mère se serait adonnée au calcul.

Dans les temps modernes, divers médecins instruits ont fait des observations plus probantes que celles qui précèdent. Le docteur Liebault en cite plusieurs constatées par lui, notamment celle d'un vigneron dont la tête ressemblait à celle du patron de son village tel qu'il était représenté dans l'église du pays, parce que pendant tout le temps de sa grossesse, sa mère avait constamment à l'esprit cette idée que son enfant aurait une tête pareille à celle du saint qu'elle contemplait sans cesse*. J'ai moi-même observé un fait presque identique.

Les occupations physiques, intellectuelles et morales de la mère pendant la grossesse peuvent donc avoir une influence considérable sur l'avenir de l'enfant qu'elle porte dans son sein. C'est un sujet dont l'étude, fort difficile sans doute, serait pleine d'utilité et d'intérêt. Cette influence incontestable, suivant nous, exercée par la mère sur son enfant, constitue ce que l'on pourrait nommer l'*éducation antérieure*.

Grossesse. Les dimensions chaque jour croissantes que prend l'œuf pendant son développement obligent les organes qui le contiennent à subir des modifications considérables. L'utérus, dont le volume à l'état normal est tellement minime qu'il ne contiendrait pas un corps de la grosseur d'une noisette, est obligé de se dilater constamment pour adapter ses dimensions à celles de l'être qu'il contient. Ses artères et ses veines augmentent graduellement de volume en même temps que ses fibres musculaires s'hypertrophient.

Les changements éprouvés par le col de l'utérus et qu'on constate facilement par l'introduction du doigt dans le vagin, fournissent des indications utiles sur l'âge du fœtus. Dans le courant du 2e mois de la grossesse, il perd de sa rigidité habituelle et commence à se ramollir. Dans le courant du 5e mois, sa partie inférieure s'entr'ouvre et au moment de l'accouchement, elle est tout à fait effacée et son orifice largement ouvert.

* *Du sommeil et des états analogues*, 1866.

Par suite du développement que l'utérus subit, les organes qui se trouvent en rapport avec lui sont plus ou moins refoulés dans l'abdomen. L'intestin comprimé ne laisse échapper qu'avec peine les matières qu'il contient, ce qui produit de la constipation. L'estomac comprimé également supporte difficilement le contact des aliments, et il en résulte ces vomissements souvent incoërcibles si fréquents pendant la grossesse. La vessie, réduite dans son volume, ne peut contenir qu'une petite quantité de liquide et il s'ensuit un besoin fréquent d'uriner. Repoussé par l'intestin, le diaphragme ne peut exécuter ses mouvements dans toute leur ampleur et la respiration se trouve gênée. Enfin il arrive souvent que la compression exercée par l'utérus dilaté sur les veines du bassin entrave assez la circulation pour que les membres inférieurs présentent des varices. Il en résulte alors une gêne dans la marche qui ne disparaît guère qu'au moment de l'accouchement.

Les modifications subies par l'utérus et par les divers organes pendant la gestation constituent une série de phénomènes dont l'ensemble permet de constater l'existence de la grossesse avec un degré de certitude qui dépend de l'époque à laquelle elle remonte.

Pendant le premier mois de la grossesse, les seins se gonflent et l'auréole qui entoure le mamelon prend une teinte brune. L'appareil digestif présente divers troubles, dont les plus fréquents sont des nausées et des vomissements ; mais ce sont là des signes très-vagues et qui n'acquièrent de valeur que si, à l'époque habituelle, la menstruation ne reparaît pas.

Ce n'est que du 4e au 5e mois, c'est-à-dire alors que les mouvements du fœtus peuvent être perçus et les battements de son cœur entendus, que la grossesse peut être considérée comme certaine. Les bruits du cœur peuvent même, d'après le point où ils sont perçus, faire connaître la position du fœtus.

Le développement de l'utérus pendant la grossesse ne réagit pas seulement sur les organes qui l'avoisinent. La congestion dont il est le siége retentit profondément sur le système nerveux, et il peut en résulter alors des changements de caractère considérables chez les personnes qui se trouvent dans cet état.

« Les femmes les plus faciles à vivre, dit à ce sujet Chailly Honoré,

deviennent souvent insociables. Quelques-unes mêmes, habituellement douces, se sentent portées au mal par une force invincible et commettent quelquefois les plus grands crimes. D'autres, dont les passions n'acquièrent pas ce degré de violence, sont tristes, mélancoliques et détestent ceux qu'elles aimaient le mieux avant leur grossesse ; d'autres enfin, d'un caractère difficile quand elles ne sont pas grosses, deviennent d'une douceur remarquable aussitôt que la grossesse commence ».*

Le plus souvent la femme peut dominer les impulsions morales qu'elle éprouve pendant la grossesse, mais ces impulsions sont quelquefois irrésistibles. J'ai cité dans un de mes ouvrages le fait à ma connaissance d'une femme F...., du village de Roches (Haute-Marne), mère de neuf enfants, qui, ayant beaucoup d'attachement pour son mari, éprouvait cependant à chaque grossesse une envie de le tuer telle que ce dernier, pour se soustraire à ces tentatives, était obligé chaque fois d'aller habiter chez sa mère.

Le penchant au vol et celui pour des aliments bizarres sont les plus communs de tous ceux qu'on observe pendant la grossesse. Tous les traités d'accouchement contiennent des faits qui le démontrent. Baudelocque raconte l'histoire d'une femme qui se repaissait avec délices de poissons crus volés ou de foin arraché par elle à une voiture qui se trouvait dans la rue. Marcé, dans son *Traité de la folie des femmes enceintes*, cite une dame de sa connaissance qui ne put résister au désir d'enlever une volaille pendue à l'étalage d'un rôtisseur. Ce sont là des faits que ne devraient jamais ignorer les hommes chargés de la difficile mission de juger les actes de leurs semblables. Utile pour tous, la connaissance de la physiologie est, pour un magistrat, indispensable. Peu d'entre eux cependant soupçonnent l'utilité de son étude.

Accouchement. Arrivé à une période de son développement telle qu'il ne peut continuer à vivre dans les organes maternels, le fœtus est expulsé hors de l'utérus par un travail particulier auquel on a donné le nom d'*accouchement*.

Le temps pendant lequel le fœtus reste dans le sein maternel,

* *Traité de l'art des accouchements.*

c'est-à-dire la durée de la grossesse, varie suivant les espèces animales. Il est d'un mois chez les lapins, de deux mois chez la chatte, de neuf mois chez la femme, de deux ans chez l'éléphant etc. Dans l'espèce humaine, bien que la durée normale de la gestation soit de neuf mois, le fœtus âgé de huit mois et même de sept peut continuer à vivre hors des organes maternels.

L'accouchement est annoncé par des douleurs qui se produisent à intervalles périodiques de plus en plus rapprochés. Sous l'influence des contractions énergiques que l'utérus éprouve alors, l'œuf se rompt et laisse échapper le liquide qu'il contient. Bientôt le fœtus suit ce dernier, franchit l'orifice de l'utérus, traverse le vagin et est expulsé au dehors.

Suivant la position que le fœtus occupe dans l'utérus, il peut se présenter au dehors de diverses façons; mais toutes les présentations se réduisent à cinq: présentation par le sommet du crâne, par la face, par le siége (comprenant la présentation par les fesses, les genoux et les pieds) et enfin présentation par l'épaule droite ou par l'épaule gauche. La plus commune est celle du crâne, la plus rare celle de l'épaule. Cette dernière est aussi la plus dangereuse et nécessite la version, opération qui consiste, comme on le sait, à introduire la main dans l'utérus pour changer la position du fœtus.

Les organes dépendant du fœtus, c'est-à-dire les membranes qui l'enveloppaient et le placenta, sont expulsés spontanément après l'accouchement.

L'utérus, après l'accouchement, revient sur lui-même, et au bout de deux mois environ, il a repris ses dimensions normales. La menstruation, qui était supprimée, reparaît vers la fin du 2e mois quand la femme n'allaite pas.

Habituellement l'utérus ne contient qu'un fœtus. On ne compte guère qu'une grossesse double sur 90 accouchements. Quant aux grossesses triples, on en rencontre à peine une sur 7 à 8000.

Lactation. Le fœtus, qui trouvait dans le sang maternel les matériaux de sa nutrition, en étant privé aussitôt après sa naissance, est obligé de les emprunter à une autre source. Chez tous les mammifères, cette source unique est le lait maternel.

Ce liquide est sécrété par des glandes particulières nommées *mamelles*. On les rencontre dans les deux sexes, mais elles ne sont bien développées que chez les femelles. Chez la femme, elles sont au nombre de deux, et chez les autres animaux en nombre habituellement égal à celui des petits.

Elles sont placées dans l'espèce humaine de chaque côté du sternum, au-dessus du grand pectoral, dont elles sont séparées par une couche cellulo-fibreuse. Ce sont des glandes en grappe dont les con-

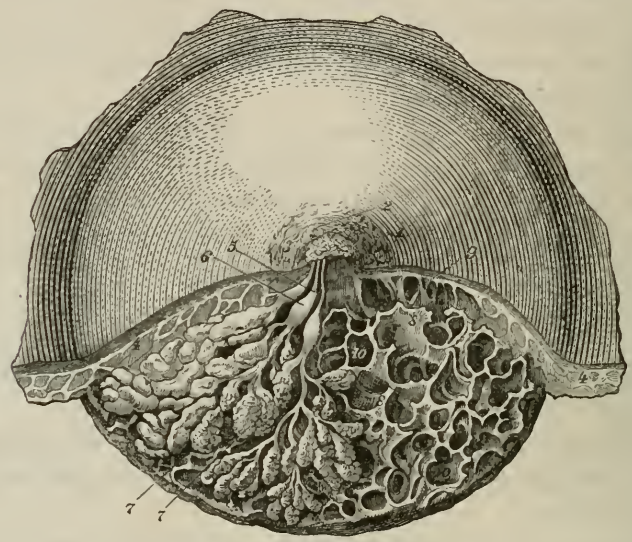


Fig. 326. — *Structure de la Mamelle.**

duits excréteurs se réunissent en une quinzaine de tubes qui viennent s'ouvrir au dehors sur une partie saillante nommée *mamelon*.

La sécrétion du lait commence peu de temps après la naissance de l'enfant, mais pendant la grossesse elle avait été préparée par des modifications subies par les mamelles. Dès le 2e ou le 3e mois de la grossesse, on voit, en effet, ces dernières prendre beaucoup plus de développement qu'elles n'en avaient auparavant.

* 1) Mamelon. — 2, 3) Alvéole du mamelon. — 4, 4) Coupe de la peau qui recouvre la mamelle, pratiquée de façon à laisser voir la structure de la glande mammaire. — 5, 6) Conduits excréteurs des lobules. — 7, 7) Lobules de la glande. — 8, 8, 9, 10) Vides laissés par l'extraction des lobules.

Dans les premiers jours de sa sécrétion, le lait n'a pas la composition qu'il aura plus tard: c'est un liquide visqueux, jaunâtre, nommé *colostrum*, contenant, outre les globules du lait, des globules particuliers remplis de granulations nommées *corpuscules du colostrum*. Ce n'est guère que 8 jours après l'accouchement que le lait a tout à fait sa composition normale.

Le lait est un aliment complet présentant les plus grandes analogies avec l'œuf. J'ai indiqué (p. 89) sa composition. Il est formé d'eau tenant en suspension du beurre, de la caséine, de l'albumine, du sucre de lait et des sels (sulfates, carbonates et surtout phosphates). C'est dans ce liquide que l'enfant qui vient de naître doit trouver pendant plusieurs mois tous les éléments destinés à l'entretien de ses tissus et à leur accroissement.

J'ai constaté par plusieurs analyses que la composition du lait et surtout sa richesse en phosphates sont très-variables suivant les sujets, et en outre ce fait intéressant que les premières portions de lait retirées du sein sont beaucoup moins riches en beurre que celles qui en sortent au bout de quelques minutes. Péligot avait déjà fait, du reste, une observation analogue chez les vaches.

Vu au microscope, le lait contient, comme nous l'avons vu en étudiant ce liquide, un nombre considérable de globules constitués par de la matière grasse; ce sont eux qui, en réfléchissant la lumière, donnent au lait sa couleur blanche.

La quantité de lait journellement sécrétée dans l'espèce humaine a été évaluée en pesant l'enfant avant et après qu'il a pris le sein. Elle peut s'élever, d'après M. Natalis Guillot, à 1000 et 1500 grammes.*

D'après les observations de Simon, le lait va toujours en s'ap-

* D'après M. Bouchard, la moyenne de la quantité de lait prise chaque jour par l'enfant, depuis sa naissance jusqu'à neuf mois, est représentée par les chiffres suivants :

1er jour	30 grammes.	Après le 1er mois	650 grammes.
2e »	150 »	» 3e » . . .	750 »
3e »	450 »	» 4e » . . .	850 »
4e »	550 »	De 6 à 9 mois	950 »

On peut, avec les chiffres précédents, savoir, par la méthode des pesées, si l'enfant reçoit journellement la quantité de lait nécessaire.

pauvrissant en matériaux nutritifs à mesure qu'on s'éloigne de l'accouchement. Sans doute ces modifications sont en rapport avec les besoins de l'enfant, mais en tout cas en raison des différences que le lait présente à des époques variables à partir de l'accouchement, il est utile, quand on choisit une nourrice, d'en prendre une accouchée à peu près dans le même temps que la mère.

Le lait maternel est du reste toujours préférable, sauf le cas de maladie, à celui d'une nourrice étrangère; seul il est parfaitement adapté à la constitution de l'enfant. Le refus général des mères, en France, d'allaiter leurs enfants est certainement une des causes de l'arrêt de l'accroissement de la population qu'on observe depuis plusieurs années dans notre pays.

D'après les statistiques officielles données par M. Husson, ancien directeur général de l'assistance publique, sur 100 enfants nourris par leur mère il en meurt 17, sur 100 enfants nourris par les nourrices il en meurt de 34 à 90, suivant les départements; à Paris seulement 25,000 nouveau-nés envoyés en province sont annuellement victimes de l'indifférence ou de la pauvreté de leurs parents. La patrie est en danger, disait M. le docteur Boudin, en commentant ces chiffres sinistres devant l'Académie de médecine. Malheureusement une plaie pareille tient essentiellement, comme je l'ai dit ailleurs, aux mœurs d'un peuple et ne se guérit pas avec des réglements. Jamais on n'arrivera certainement à obtenir de femmes mercenaires qu'elles aient pour les enfants confiés à leurs soins l'intérêt que les parents leur refusent.

CHAPITRE III.

TRANSFORMATIONS DE L'HOMME DEPUIS SA NAISSANCE JUSQU'A SA MORT.

§ 1er. *Les âges.* — Division des âges de la vie. — Enfance, âge mûr et vieillesse. — Durée moyenne de la vie. — § 2. *Influence des aptitudes des parents sur le développement après la naissance. Hérédité.* — Diverses formes de l'hérédité. — Pourquoi les enfants diffèrent souvent beaucoup de leurs parents immédiats. — Influence des ancêtres. — Hérédité de la conformation extérieure, des anomalies, etc. — Hérédité de la durée de la vie. — Hérédité d'un grand nombre de maladies. — Hérédité des vertus, des facultés et des vices. — Possibilité de créer des races douées de facultés spéciales. — Influence exercée par le premier père sur les enfants d'un second mariage. Résultat du croisement de diverses races. — § 3. *Influence des milieux sur les êtres vivants.* — Transformations subies par les êtres vivants sous l'influence des milieux où ils vivent. — Transformations actuelles des Américains. — La lutte pour l'existence. — Équilibre entre le développement des individus et la quantité des subsistances. — Transformations et perfectionnements des espèces. — § 4. *Fin des êtres.* — Mort des divers éléments dont l'ensemble constitue les organes. — Ce qu'il faut entendre par la vie et la mort. — Erreurs générales sur ces deux états. — La mort n'est qu'un changement, rien n'est anéanti par elle.

L'être qui sort du sein maternel n'a pas terminé le cycle de ses métamorphoses. Moins profondes que celles qui précèdent sa naissance, les transformations qui la suivent s'opèrent lentement et d'une façon presque insensible. Ce n'est qu'en comparant l'individu à lui-même après plusieurs années d'intervalle, qu'on peut comprendre à quel point il a changé. Dans ce vieillard débile qui traîne péniblement le fardeau de l'existence, qui retrouverait le hardi guerrier des jeunes années, ou l'enfant insouciant qui pour tout univers ne connaît qu'un berceau?

Enfant, jeune homme ou vieillard, l'individu vivant se transforme toujours. Tout ce qui vit ne continue à vivre qu'à la condition de changer sans cesse. Les éléments des tissus se renouvellent constamment et le jour où ils ne se renouvellent plus, ils se dissocient et retournent à l'atmosphère et au sol, c'est-à-dire aux sources communes où tous les êtres vivants viennent s'alimenter.

Nous allons, dans ce chapitre, jeter un coup d'œil rapide sur les

transformations que subit l'homme depuis sa naissance jusqu'à sa mort, et nous compléterons cette étude en recherchant l'influence exercée sur le développement de l'individu par les parents dont il émane et par le milieu où il est plongé.

§ 1er.

LES AGES.

Division des âges. Avant la naissance le fœtus était, comme nous l'avons vu, plongé dans un liquide, et sa nutrition, ainsi que l'échange gazeux qui constitue la respiration, se faisait par le sang du placenta. Après la naissance les poumons fonctionnent et l'assimilation des principes nutritifs se fait par le tube digestif. L'enfant subit ces premières modifications dès qu'il a quitté le sein maternel.

La durée de la vie est habituellement divisée en 4 périodes : l'enfance, qui s'étend de la naissance à la puberté, c'est-à-dire vers la 15e année ; la jeunesse qui va de la puberté jusqu'à 25 ans; l'âge mûr qui comprend de 25 à 60 ans; et enfin la vieillesse qui commence à 60 ans et conduit lentement l'homme à la mort.

Enfance et jeunesse. C'est pendant cette première partie de la jeunesse, à laquelle on a donné le nom d'*enfance*, que toutes les fonctions de nutrition ont la plus grande énergie. Le développement du corps est alors fort rapide et à 3 ou 4 ans l'enfant a déjà presque atteint la moitié de la hauteur à laquelle il arrivera à l'état adulte.

Au moment de la naissance, l'enfant n'a pas habituellement de dents. Ce n'est guère que vers le 6e mois qu'elles commencent à se montrer. Les incisives apparaissent d'abord, puis les molaires et les canines, et vers la fin de la 3e année leur évolution est complète. Elles sont alors au nombre de 20.

Vers l'âge de 7 ans, les premières dents commencent à tomber successivement et sont remplacées par de nouvelles dents dites de *seconde dentition;* à 12 ou 13 ans toutes ces nouvelles dents, sauf les 4 dernières grosses molaires qui se montrent de 20 à 25 ans,

ont fait leur apparition. Lorsqu'elles sont complètes, leur nombre est de 32.

A mesure que l'enfant avance en âge, ses organes se fortifient, son système osseux devient plus puissant et ses muscles se développent. Vers le commencement de la 2e année, il essaie de marcher, mais faute de corrélation entre les muscles du tronc et ceux des membres inférieurs, faute surtout d'un exercice suffisant, il tombe à chaque pas. L'homme est de tous les animaux celui qui apprend le plus difficilement à marcher.

Ce n'est que vers la fin de la première année que l'enfant commence à prononcer quelques mots. Nous avons dit dans notre chapitre de l'intelligence par quel mécanisme ces mots s'associent dans son esprit aux sensations dont les idées sont les images. Nous y avons vu que l'éducation intellectuelle est, comme l'éducation physique, progressive et fort lente, et que ce n'est qu'à la longue que l'enfant peut comprendre que la lune qu'il voit à l'horizon et le jouet placé dans son berceau ne peuvent pas être également saisis par lui.

Chacun sait combien l'impressionnabilité et la mobilité de l'enfant sont extrêmes et avec quelle facilité il passe des manifestations du chagrin le plus vif à celles de la joie la plus parfaite.

Les deux instincts les plus profondément développés chez l'enfant sont ceux de la conservation personnelle et de la destruction. Sa morale est de beaucoup inférieure à celle de nos animaux domestiques à l'état adulte; il n'a aucune idée du bien et du mal, aime à voir souffrir et torture naïvement les animaux placés sous sa main. Cet âge est sans pitié, a dit avec raison Lafontaine. Si l'enfant s'attache à ceux qui s'occupent de lui, ce n'est qu'en raison des soins qu'il en reçoit. Mais l'éducation et le contact de ses semblables le perfectionnent bientôt, et les instincts sociaux finissent par se substituer plus ou moins aux instincts de la nature.

C'est vers l'âge de 14 ans chez la femme et de 15 ans chez l'homme que se montrent les signes de la puberté. C'est à cette période importante de la vie que commence, comme nous l'avons vu, la ponte régulière de l'œuf chez la première et la sécrétion des spermatozoïdes chez le second. Les facultés prennent à cet âge un

grand développement, et c'est alors qu'il faut savoir les reconnaître pour pouvoir les cultiver. L'enfant qui réussirait dans une voie qui était la sienne, échouera misérablement dans une autre. Tel qui eût fait un excellent agronome, un mécanicien habile, un écrivain distingué, pourra faire un bureaucrate détestable ou un maladroit commerçant. Jean-Jacques Rousseau, qui ignorait les lois de la physiologie, croyait que les enfants naissent sans penchants et qu'une même éducation convient à tous. Mais c'est là une erreur profonde que l'observation la plus superficielle permet facilement, du reste, de démentir.

La jeunesse est l'âge des passions généreuses, des dévouements, du désintéressement, de l'amitié et de l'amour. L'homme n'a pas encore été rendu féroce par le contact de ses semblables. Il ignore les dures nécessités de la lutte pour l'existence, et heureux de vivre, il amasse sans soucis cette provision d'illusions dont un profond penseur disait qu'elles constituent un luxe nécessaire, mais que les réalités de la vie viennent bientôt détruire une à une.

Age mûr. C'est à vingt-cinq ans environ que l'homme a atteint tout son développement et que l'âge mûr commence. Les diverses parties du squelette s'ossifient, l'assimilation des matériaux nutritifs qui, dans la première partie de la vie, était d'abord supérieure à la désassimilation, lui devient égale; les facultés intellectuelles arrivent à leur perfection, les réalités de la vie commencent à heurter les illusions de la jeunesse; l'ambition se développe, et on songe à acquérir une position qui donne l'indépendance.

De 30 à 40 ans l'intelligence de l'homme est dans tout son éclat; c'est à cette période de la vie qu'il montre ce qu'il peut produire.

Vieillesse. Ce qui a grandi doit aussi décroître. Après avoir été quelque temps en se perfectionnant, les facultés de l'homme restent stationnaires, puis commencent à baisser.

C'est entre 50 et 60 ans que la décroissance des forces et des facultés vient à se manifester. Cette période de la vie est celle où l'homme commence à songer au repos. A cet âge, l'initiative qu'il pouvait avoir a disparu; il n'entreprendra ni ne créera plus

guère, et à moins que l'ambition ne le suive jusqu'au tombeau, il songe à profiter bientôt des biens amassés par lui.

Vers 60 ans la vieillesse commence. A cette période de la vie, que la grande majorité des habitants des villes n'atteint pas, la décadence est prompte et les années poussent rapidement l'homme vers la tombe. Ses artères éprouvent un commencement d'ossification et la circulation devient moins parfaite ; les cartilages et les ligaments durcissent et empêchent l'étendue des mouvements. les os s'amincissent et perdent de leur solidité, les muscles voient leur puissance décroître et les sens s'affaiblissent. Les facultés intellectuelles ne survivent pas à cette décadence générale et s'affaissent lentement ; la mémoire notamment diminue de plus en plus. Impuissant à juger sainement du présent, le vieillard regrette amèrement le passé et meurt chaque jour en détail jusqu'à l'heure où une mort définitive viendra mettre un terme à une existence qui bien souvent est devenue un fardeau pour lui.

La durée moyenne de la vie ne dépasse guère 35 ans ; ce n'est donc qu'exceptionnellement, comme nous le disions plus haut, que l'homme atteint la vieillesse. Dans les pays civilisés, les causes de destruction qui nous entourent sont si nombreuses, sans compter celles résultant de nos infractions perpétuelles aux lois de l'hygiène, que c'est vraiment merveilleux qu'on puisse y échapper quelquefois.

La plus grande durée possible de la vie dans l'espèce humaine est d'environ cent ans. Avec l'éléphant qui peut vivre, dit-on, deux siècles, l'homme est l'animal dont la vie paraît être la plus longue. Je ne parle pas ici de la baleine à laquelle Buffon prêtait une existence de 1000 années, parce que rien ne nous prouve qu'aucun de ces mammifères ait jamais pu atteindre un âge aussi avancé.

§ 2.

INFLUENCE DES APTITUDES DES PARENTS SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'HOMME APRÈS LA NAISSANCE. — HÉRÉDITÉ.

Diverses formes de l'hérédité. Les êtres vivants transmettent à leurs descendants, outre le type de leur espèce, les

particularités qui les distinguent, et l'influence des parents sur l'évolution de l'individu issu de leur union se continue pendant sa vie entière.

On a su de toute antiquité, car l'observation en est des plus faciles, que les enfants héritaient de la constitution de leurs parents, de leurs dispositions morbides, de leurs vertus et de leurs vices, et c'est sans doute parce qu'ils reconnaissaient l'influence des ancêtres que les peuples ont toujours vénéré les descendants des hommes célèbres et que le principe de la noblesse et de la monarchie héréditaire a pu s'établir.

Un simple coup d'œil jeté sur l'histoire des familles les plus célèbres montre à quel point le plus souvent l'influence de l'hérédité est réelle : l'amour des arts chez les Médicis, la bravoure et le talent militaire chez les Montmorency, l'habileté et l'ambition chez les Guise, le génie du calcul chez les Cassini et les Bernouilli sont des exemples bien connus et qu'on pourrait multiplier à l'excès.

Au premier abord l'hérédité ne semble pas un phénomène constant, car on ne voit pas toujours les enfants ressembler à leurs parents; mais il est facile de l'expliquer en faisant remarquer non-seulement que le père et la mère exercent chacun une part d'influence qui réduit forcément celle de l'autre, mais encore que l'éducation et le milieu tendent à restreindre plus ou moins l'influence de l'hérédité, et qu'enfin l'enfant n'hérite pas seulement de ses parents directs, mais encore d'une longue série d'ancêtres dont l'influence, ainsi que nous allons le montrer, est des plus certaines.

L'auteur d'un important ouvrage sur l'hérédité, Lucas, attribuait à une force qu'il nommait l'*innéité*, la cause de ces caractères nouveaux différents de ceux des parents immédiats qu'on voit apparaître chez les descendants. J'ai moi-même reproduit autrefois cette explication; mais en y réfléchissant davantage, je crois qu'en réalité elle n'est pas admissible, car les caractères qu'un individu possède ne peuvent apparaître sans cause, et il faut toujours qu'il les ait pris quelque part.

Je pense que ces caractères nouveaux qu'on voit se manifester chez des individus, alors que leurs parents immédiats ne les possédaient pas, sont dus à l'influence d'ancêtres plus ou moins

éloignés qui les ont possédés. Chacun sait que des caractères, des maladies qui paraissaient éteints dans une famille, y reparaissent souvent au bout de plusieurs générations, et chez les personnes qui conservent les portraits généalogiques de leurs aïeux, on voit fréquemment des enfants ne ressembler nullement à leurs parents immédiats, mais à des ancêtres morts depuis longtemps.

Cette influence d'ancêtres éloignés est désignée habituellement sous le nom d'*atavisme*. Elle était bien connue des Anciens, car au dire de Plutarque, une femme grecque accusée d'adultère parce qu'elle avait mis au monde un enfant noir, allégua pour sa défense qu'elle descendait en quatrième ligne d'un Éthiopien. Dans les troupeaux de moutons à laine noire, on a beau sacrifier tous les agneaux qui présentent la moindre trace de couleur blanche dans leur laine, l'influence d'ancêtres reculés est telle qu'il en reparaît constamment.

C'est cette influence de parents éloignés qui explique comment les enfants peuvent ne ressembler nullement à leur père et à leur mère. Il n'est pas rare d'observer des faits analogues à celui rapporté par Lucas de cette jument demi-sang arabe, croisée avec des étalons de race inférieure, qui en eut deux fils infiniment supérieurs à leurs parents.

Pour plusieurs observateurs, les cas de microcéphalie qu'on observe quelquefois chez l'homme seraient des phénomènes d'atavisme, rappelant une des phases du développement de notre espèce dans un passé dont la date se perd absolument dans la nuit des temps. L'apparition fréquente dans le cheval de doigts latéraux est également un phénomène d'atavisme qui a permis de rattacher géologiquement ce solipède à l'hipparion, cheval fossile de l'époque miocène qui possédait 3 doigts.

C'est cette iufluence des ancêtres qui lutte contre la formation de races nouvelles. Les hybrides que crée si facilement l'agriculture tendent toujours, excepté quand on les reproduit par bouture, c'est-à-dire lorsque l'influence d'un seul parent et non de deux intervient, à retourner au type de leurs ancêtres. Chez les animaux l'atavisme joue un rôle tel que s'il fallait, suivant Sanson, « opter entre deux reproducteurs, dont l'un offrirait avec des qualités

moins parfaites une longue suite d'aïeux célèbres par leurs mérites spéciaux, tandis que l'autre ne présenterait que sa perfection individuelle, nul doute qu'il n'y eût lieu de préférer le premier dans la plupart des cas. »

Je crois qu'on peut admettre, en se basant sur les faits qui précédent, que chaque individu renferme à l'état latent les caractères de ses ancêtres depuis les époques les plus reculées; mais comme tous ces caractères souvent opposés entre eux ne sauraient se manifester simultanément, et que d'autre part l'influence des derniers parents est généralement la plus énergique, il s'en suit que c'est surtout le plus souvent à leurs parents immédiats que les enfants ressemblent.

Si des généralités qui précédent nous voulions passer actuellement à l'énumération des faits particuliers qui démontrent la réalité des diverses formes de l'hérédité, un volume entier suffirait à peine; aussi nous bornerons-nous à en énumérer quelques-uns.

Les traits du visage et les formes du corps, les anomalies même sont héréditaires. Le nez des Bourbons, le strabisme des Montmorency en sont des preuves. Le bec de lièvre, la claudication, les hernies se transmettent pendant plusieurs générations. Beaucoup d'anomalies accidentelles, comme les tares chez le cheval, se transmettent également. Cuvier raconte qu'une louve accouplée avec un chien dont on avait coupé la queue, mit bas des métis à queue très-courte.

Toutes les moindres particularités du corps peuvent être aussi transmises par l'hérédité. Venette rapporte l'histoire d'une femme qui, après deux accouchements laborieux, périt au troisième par suite de l'impossibilité de la délivrer d'un enfant qui avait hérité des larges épaules de son père. Fait intéressant à connaître, car il nous montre le danger qu'il peut y avoir à unir une femme au bassin étroit avec un homme aux larges épaules.

L'hérédité étend aussi son influence sur la durée de la vie. On voit des familles dont la plupart des individus meurent vieux, et d'autres, au contraire, dont les membres meurent habituellement jeunes. Chez les Turgot notamment on ne dépassait guère 50 ans. Quand le ministre qui fit la célébrité de cette famille vit arriver

l'époque fatale, bien que jouissant d'une santé parfaite, il mit ordre à ses affaires et mourut à 53 ans. En Angleterre cette influence de l'âge des parents sur celui des descendants est bien connue. Aussi les compagnies d'assurances ont-elles soin de faire entrer en ligne de compte dans leurs calculs la durée de la vie des ascendants.

L'immunité à certains virus comme la variole, la syphilis, la rougeole, etc., est également héréditaire.

Les maladies qui exercent les plus grands ravages en Europe, la syphilis et la phthisie pulmonaire, sont malheureusement aussi fatalement héréditaires. Dans le quart des cas, suivant Pidoux, la phthisie aurait pour cause l'hérédité. Or, à Paris seulement cette cruelle maladie fait mourir annuellement 8000 personnes, et dans la France entière 1 individu sur 5 succombe à ses atteintes. Le cancer, maladie moins répandue que la précédente, mais cependant fréquente, puisque, suivant Broca, le nombre des affections cancéreuses entre pour une proportion de 3 pour cent dans les causes de la mortalité générale en France, est également légué le plus souvent par les parents à leurs enfants.

Les maladies nerveuses doivent être aussi rangées parmi celles qui sont le plus fréquemment héréditaires. La paralysie générale, l'hystérie, l'épilepsie et les diverses formes de la folie, sont transmises par les parents à leurs descendants, et si la maladie dont ces derniers héritent n'est pas toujours identiquement celle de leurs ascendants, c'est-à-dire si les enfants d'un épileptique, par exemple, ont autant de chances d'être fous ou paralytiques que d'être épileptiques, il n'en est pas moins certain qu'en venant au monde ils portent en eux un germe qui empoisonnera sûrement plus tard leur existence.

L'hérédité des penchants aux crimes est aussi établie que les faits qui précèdent. Certaines familles finissent de père en fils dans les prisons, au bagne et sur l'échafaud. Le milieu, l'éducation mauvaise exercent bien sans doute sur ces malheureuses victimes d'une race dégénérée leur redoutable influence ; mais ils ne font que développer les penchants apportés par eux en naissant. Lucas cite, dans son *Traité de l'hérédité*, l'histoire d'une jeune fille ayant hérité de son père d'un invincible penchant à manger de la chair

humaine, penchant qui la poussait à des assassinats. Bien que n'ayant pas subi l'influence de l'exemple de son père condamné à mort peu après sa naissance, bien qu'élevée au milieu de personnes honorables, elle succomba comme l'individu dont elle héritait à cet invincible besoin.

Mais si l'observation démontre que les défauts et les vices se transmettent aux enfants, elle prouve aussi que l'intelligence et les diverses facultés sont également transmises par la même voie, et il n'est pas rare de rencontrer des familles où certains arts comme la peinture, la musique, ou certaines sciences telles que les mathématiques, sont cultivées avec succès de père en fils. Sans doute on voit aussi des familles où les enfants ne possèdent nullement les qualités de leurs parents, mais nous avons déjà expliqué pourquoi. Du reste, si un homme supérieur épouse une femme d'intelligence vulgaire, ses enfants, tout en lui ressemblant physiquement, pourront hériter du moral de leur mère. C'est ce qui arriva au célèbre Gœthe. Ce grand homme épousa sa cuisinière, et il eut un fils qui lui ressemblait au physique, mais ne possédait que l'intelligence bornée de sa mère; aussi les Allemands le nommaient-ils le fils de la servante.

En choisissant convenablement les reproducteurs pendant plusieurs générations, on arrive à créer des races d'animaux complétement différentes de celles dont elles sont issues; si une opération pareille était praticable sur l'espèce humaine, c'est-à-dire si on unissait par exemple, pendant plusieurs générations, des individus doués de caractères déterminés, on finirait par arriver à constituer une race d'hommes possédant à un haut degré certaines facultés, et faire ainsi à volonté de grands peintres, de grands musiciens, de grands mathématiciens, etc., suivant les qualités des ascendants.

La part prise par le père et la mère dans l'hérédité est très-variable. Tantôt un des parents imprime aux descendants son cachet spécial, tantôt il y a mélange des qualités de chacun d'eux. Ces différentes influences se sont montrées dans le fait cité par Lucas, d'un blanc qui, marié à une négresse, en eut des enfants noirs, des enfants mulâtres et des enfants blancs. Quand deux races de cou-

leurs différentes comme des blancs et des noirs s'unissent entre elles, les premiers descendants tiendront plus ou moins des deux parents, mais il arrivera que la race dont les individus sont les plus nombreux finira, après un certain nombre de générations successives, par détruire les caractères apportés par la race la moins nombreuse. Lorsque des blancs vont s'allier à des nègres on ne trouve plus d'individus de leur couleur après deux ou trois générations. Le plus souvent, à moins qu'il n'y ait supériorité du nombre, les races conquérantes sont absorbées par les races conquises, et après quelques siècles écoulés il ne reste plus rien d'elles.

Le père exerce souvent sur les futurs enfants de la mère une influence incontestable bien qu'elle semble impossible à comprendre. Les enfants nés d'un second mariage reproduisent quelquefois les traits et le caractère du premier mari mort longtemps avant la nouvelle conception. Souvent l'enfant de l'amant ressemble au père légal. Ce fait était bien connu des Anciens, qui avaient formulé à ce sujet cet adage : *Filium ex adultera excusare matrem a culpa.*

Ce n'est pas uniquement dans l'espèce humaine que des faits du même genre ont été constatés. Une jument de pur sang saillie par un étalon vulgaire et devenue mère est souvent ensuite incapable de donner des produits de pur sang avec un étalon de sa race. C'est un fait que tous les éleveurs de chevaux connaissent parfaitement. Home rapporte qu'une jument anglaise accouplée avec un âne moucheté en eut des mulets mouchetés comme leur père. Fécondée les années suivantes par un étalon arabe, elle en eut chaque fois un poulain brun tacheté comme l'âne et ayant avec lui la plus grande ressemblance.

Nous voyons par ce qui précède que toutes les particularités physiques et morales des êtres sont héréditaires, et que l'ancien adage tel père tel fils est profondément juste. Au point de vue social ces faits ont une importance capitale, et cependant on peut dire que dans l'immense majorité des cas, cette importance est absolument méconnue. On prend le plus souvent dans les unions humaines moins de soin que n'en prennent les éleveurs pour le

croisement de leurs bestiaux. L'ignorance des faits que nous avons cités, et malheureusement aussi bien souvent l'avidité avec laquelle les familles recherchent dans les individus qu'elles s'allient la fortune de préférence à toute autre qualité héréditaire ou individuelle, peuvent seules expliquer la façon déplorable avec laquelle tant de mariages sont assortis. « A l'instar de plusieurs législations antiques, dit le docteur Lucas, les législations modernes devraient déclarer des incapacités physiques au mariage, et frapper de nullité tout mariage où on les aurait dissimulées. Il se commet en ce genre les plus odieux abus; on cache à une famille que le fils ou la fille dont on lui offre la main est épileptique, ou qu'il est scrofuleux, ou qu'il a présenté des signes d'aliénation, ou qu'il est impuissant, ou qu'il est affecté de quelques anomalies; on dissimule d'autres maladies antérieures; on jette un voile sur celles de la famille; on trompe sur la personne. Nos lois, qui admettent pour les animaux des vices redhibitoires, devraient selon nous comprendre les fraudes de ce genre au nombre de celles qui constituent l'erreur sur la personne. »

Je suis absolument de l'avis de l'auteur que je viens de citer, et pour mon compte je considère le mariage tel qu'il se pratique généralement avec nos mœurs actuelles en France comme la plus immorale de toutes nos institutions sociales. En présence des sévérités d'une loi qui exige que l'individu garde toujours la compagne une fois choisie par lui, quelles investigations patientes et quelles connaissances physiologiques nécessiterait ce choix dont le bonheur ou le malheur d'une vie entière et peut-être de descendants nombreux va dépendre!

§ 3.

INFLUENCE DU MILIEU SUR LES ÊTRES VIVANTS.

Modifications produites par les milieux sur l'homme. Pendant toute la durée de leur existence, les êtres vivants ont à subir, outre l'influence exercée par leurs ascendants et que nous venons d'étudier, celle des milieux où ils sont plongés. Cette in-

fluence est considérable et tend à modifier plus ou moins les aptitudes léguées par l'hérédité, car les êtres vivants possèdent la faculté de s'adapter au milieu où ils vivent. C'est même, comme nous le verrons plus loin, par suite de la transmission héréditaire des modifications produites par ce milieu que se fait la transformation des espèces et des races.

L'influence du milieu sur l'évolution des êtres vivants est démontrée par des faits nombreux. Si on sème du plantain dans une terre profonde bien arrosée, ses feuilles se développent en longs faisceaux; s'il pousse entre des pierres, les mêmes feuilles se raccourcissent, au point de ne plus former qu'une rosette étalée. L'arbre qui, au bas d'une montagne, couvrait une vaste surface de son ombre, perd la majeure partie de ses branches et de ses feuilles, à mesure qu'on s'élève vers le sommet de la montagne.

Ce qui s'observe chez les végétaux s'observe également chez les animaux, même quand ils sont arrivés à l'âge adulte. Langsdorf a trouvé à Noukahiva un matelot anglais, auquel huit ans de séjour dans le pays avaient donné la plus grande ressemblance avec les Polynésiens. Pruner Bey a constaté des faits analogues chez des voyageurs revenant de l'Abyssinie.

Si des modifications pareilles s'observent chez l'individu à l'état adulte sous l'influence des milieux, on comprend que les mêmes influences auront une action bien plus profonde quand elles s'exerceront pendant toute la durée de la vie sur plusieurs générations. Des individus qui quittent un pays pour s'établir dans un autre y perdent rapidement leur caractère. Ce fait a été bien observé chez les Anglais qui ont peuplé les États-Unis d'Amérique. Les modifications produites sur eux par le milieu seul sont si profondes que Smith en est arrivé à conclure que l'Anglo-Américain tendait à se transformer en Peau-Rouge. « L'Anglo-Saxon, dit un anthro-« pologiste distingué, le docteur Pruner Bey, présente, dès la seconde « génération, des traits du type indien, qui le rapprochent des « Lenni-Lénapes, des Iroquois, des Cherokees. Plus tard, le système « glandulaire se restreint au minimum de son développement nor-« mal; la peau devient sèche comme du cuir; elle perd la chaleur « du teint et la rougeur des joues, qui sont remplacées chez l'homme

« par une teinte limoneuse et chez la femme par une pâleur fade. « La tête se rapetisse et s'arrondit ou devient pointue; elle se couvre « d'une chevelure lisse et foncée en couleur. Le cou s'allonge : on « observe un grand développement des os zygomatiques et des mas- « seters. Les yeux sont enfoncés dans des cavités très-profondes et « assez rapprochés l'un de l'autre. L'iris est foncé, le regard per- « çant et sauvage. Le corps des os longs s'allonge, principalement « à l'extrémité supérieure, si bien que la France et l'Angleterre « fabriquent pour l'Amérique des gants à part, dont les doigts sont « exceptionnellement allongés. Les cavités de ces os sont très-ré- « trécies; les ongles prennent facilement une forme allongée et « pointue, le bassin de la femme se rapproche de celui de l'homme. »*

L'Anglais transporté en Amérique s'y transforme donc en race nouvelle, et, à défaut de connaissances anthropologiques, il suffit de parcourir des journaux illustrés américains ou anglais pour voir combien les types des individus sont différents dans ces deux pays.

Des exemples empruntés à l'anatomie pathologique viennent s'ajouter aux preuves précédentes de l'influence des milieux sur la variabilité des organes. A la suite d'une luxation non réduite, l'ancienne cavité articulaire s'oblitère et disparaît, tandis qu'au point nouveau où s'est placé l'os il s'en forme une nouvelle, munie de tous ses accessoires, cartilages, ligaments, etc. Dans ce cas, la fonction nouvelle a créé l'organe. Cette même influence des milieux se fait sentir sur les muscles qui s'atrophient et subissent une dégénérescence graisseuse s'ils ne fonctionnent pas, et augmentent au contraire de volume s'ils sont fréquemment exercés.

Toutes ces modifications subies par les individus sous l'influence des milieux se transmettent par hérédité, et c'est même uniquement en se basant sur ces faits que les agronomes ont pu créer des races douées de caractères tout à fait différents de ceux des individus dont elles sont issues. Mais pour réussir complétement, il faut que pendant plusieurs générations ils n'unissent exclusivement entre eux que des sujets doués des qualités qu'ils désirent voir se généraliser dans la race qu'ils veulent créer : poils de telle ou telle

* *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, article *Races*, 1873.

couleur, cornes ou jambes d'une longueur déterminée, etc. Ces transformations que l'homme peut produire sur les espèces domestiques, la nature les réalise sur une vaste échelle par un procédé particulier auquel on a donné le nom de *sélection naturelle* et que nous allons expliquer.

Le nombre de sujets que peuvent engendrer deux individus d'une même espèce est toujours considérable, et si tous ces individus pouvaient, eux et leurs descendants, se développer sans entraves, ils couvriraient bientôt toute la surface du globe, et détourneraient uniquement à leur profit toute la masse de matières alimentaires qui y existe. De tous les animaux l'éléphant est celui qui se reproduit le plus lentement, et pourtant, d'après les calculs de Darwin, si tous ceux qui naissent produisaient un seul couple, il y aurait 15 millions d'éléphants en 500 ans. Quant aux espèces très-fécondes, comme le parasite intestinal nommé *le strongle*, dont la femelle contient 60 millions d'œufs, il est impossible d'évaluer le chiffre auquel leurs descendants pourraient atteindre s'ils se développaient sans entraves.

Mais tous ces individus ne peuvent vivre : la somme de matière nutritive dont peut se nourrir chaque espèce est limitée; de là la nécessité d'une *lutte pour l'existence*, sorte de concurrence vitale qu'on observe chez tous les êtres depuis l'homme jusqu'aux infusoires microscopiques qui se disputent leur proie au fond d'une goutte d'eau *. Dans cette lutte, dont l'issue sera ou la vie ou la

* **Équilibre entre le développement des individus d'une espèce et la quantité des subsistances.** — Dans son *Essai sur le principe de la population*, l'économiste Malthus a démontré que la population tend à se multiplier suivant une progression géométrique (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, etc.), alors que la quantité de substance s'accroîtrait seulement suivant une progression arithmétique (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, etc.). Il en résulte que si rien n'entravait le développement de la population, elle serait au bout de trois siècles aux moyens de subsistance comme 4,096 est à 13; en d'autres termes, sur 4,096 individus 13 seulement pourraient vivre et le reste devrait nécessairement mourir.

Mais, dès que la population dépasse les moyens de subsistance, la famine, les maladies, la guerre, etc., viennent fondre immédiatement sur elle et rétablissent l'équilibre. Ce n'est, comme le démontre l'illustre économiste précédemment cité, qu'en trouvant le moyen de limiter le développement de la population ou d'augmenter la masse des subsistances, qu'on pourrait éviter à l'humanité tous ces fléaux dont elle est périodiquement victime.

mort, la victoire reste nécessairement au plus fort. Les individus les mieux doués d'une race pourront seuls résister aux causes de destruction dont les autres individus seront victimes, et comme ils transmettront à leurs descendants les qualités qui leur ont assuré la supériorité et qu'une nouvelle lutte s'établit bientôt entre tous ces descendants, l'espèce va en s'améliorant sans cesse.

Supposons, pour prendre un exemple entre mille à l'appui de ce qui précède, que parmi les insectes de même espèce qui vivent sur un arbre il s'en trouve accidentellement quelques-uns qui aient une couleur se rapprochant du feuillage, cette couleur constitue une supériorité pour eux sur leurs semblables, car elle leur permet d'être moins vus par leurs ennemis et de pouvoir s'approcher plus facilement de leur proie; ils auront donc plus de chances de vivre et partant de se reproduire que leurs semblables, et comme leurs descendants posséderont cette qualité, ils se reproduiront aussi plus facilement. Il arrivera donc bientôt qu'il n'y aura plus dans cette espèce que des individus d'une certaine couleur; mais alors cette couleur ne constituera plus une supériorité; les individus doués de quelque autre caractère que n'ont pas leurs semblables et qui leur permette soit de se soustraire à leurs ennemis, soit

Dans certains pays, comme l'Allemagne, la population va toujours en augmentant et est de beaucoup supérieure aux moyens de subsistance. Mais des émigrations considérables viennent annuellement rétablir l'équilibre. Ces émigrations sont telles qu'on peut prévoir le jour où, en Amérique, l'élément allemand absorbera l'élément anglais. En France, nation dont les individus n'émigrent guère, la population est depuis assez longtemps stationnaire, et les causes les plus diverses sont invoquées pour expliquer cette situation; mais toutes ces causes sont pour la plupart illusoires, l'arrêt de la population est la conséquence, suivant nous, de la loi de Malthus. On peut même prévoir que, loin de s'accroître, la population continuera à décroître encore si on ne trouve pas moyen de remédier au déficit annuel des subsistances, qui va toujours en augmentant, ainsi que le prouvent les chiffres suivants donnés par M. le professeur G. Ville, dans son travail sur la *Propriété agricole en France*. — (*Revue scientifique*, 1873).

Années.	Déficit annuel des denrées agricoles.
1827 à 1836	23 millions.
1837 à 1846	26 —
1847 à 1856	76 —
1857 à 1860	224 —

La loi de Malthus fixe rigoureusement aux êtres organisés leur nombre; c'est en l'appliquant à tout le régime animal et végétal que Darwin a été conduit à établir son célèbre système.

d'atteindre plus facilement leur proie, soit de plaire davantage aux femelles de leur espèce, etc., auront seuls les plus grandes chances de se reproduire, et c'est ainsi que l'espèce ira en se perfectionnant sans cesse.

Quand, sous l'influence du milieu, de la sélection naturelle et de l'hérédité, plusieurs variétés se sont créées, les plus extrêmes sont celles qui ont le plus de chances de vivre, parce que leur genre de vie, leur nourriture étant différents, elles ne se feront pas concurrence, tandis que les variétés intermédiaires périront pour la raison contraire. Un grand nombre d'espèces d'insectes différentes peuvent vivre sur un même arbre, si les uns se nourrissent de feuilles, les autres de branches, les autres de racines, alors que, si tous vivaient de la même façon et exigeaient des fruits, par exemple, pour leur nourriture, leur nombre serait forcément limité à la quantité de matières alimentaires contenues dans les fruits que l'arbre produit.

Les variétés extrêmes d'une même espèce étant celles qui ont le plus de chances de se reproduire, et cette opération se répétant plusieurs fois entre des individus de plus en plus différents des individus primitifs dont ils sont issus, on comprend comment les espèces peuvent se transformer graduellement. Quand on pénètre dans les couches les plus profondes du globe où sont enfouies les innombrables espèces qui nous ont précédés, on reconnaît, à mesure qu'on remonte les siècles, que les espèces qui ont précédé les races actuelles sont de moins en moins parfaites.

§ 3.

FIN DES ÊTRES.

Mort des divers éléments dont l'ensemble constitue les organes. Dans les divers éléments anatomiques qui constituent la trame de tous les organes, la mort est la cessation du double mouvement d'assimilation et de désassimilation dont ils sont habituellement le siége, cessation qui a pour résultat l'arrêt de leurs fonctions.

La mort semble pouvoir être simplement définie par la cessation de la vie. Mais qu'est-ce que la vie? A une telle question qui saurait répondre?

Aucun physiologiste ne considère aujourd'hui la vie comme un principe ayant une existence propre résidant en un point particulier du corps et susceptible d'être défini en quelques mots.

« Le corps de l'animal est, en dernière analyse, dit Cl. Bernard, un échafaudage, un agrégat d'éléments histologiques, véritables organismes, individus protoplasmiques, minuscules, existant pour leur propre compte, ayant leur figure propre, leur évolution particulière, leurs propriétés spéciales, leur façon de vivre et de mourir. Ces êtres autonomes sont associés et harmonisés comme des milliers de rouages qui concourraient au fonctionnement d'un mécanisme plus complexe.

« Le résultat commun pour lequel sont associés et disciplinés tous ces éléments, l'harmonie qui résulte de leur concert, est ce qu'on a appelé d'un mot *la vie*.

« Il est facile de voir, dès-lors, que la vie n'est pas un fait, c'est une idée, c'est un être de raison, un substantif sans substance. Dans cette république d'éléments anatomiques, qui n'est pas anarchique, où règne l'ordre, c'est l'ordre que nous appelons la vie.

« Scientifiquement, je le répète, la vie n'est pas un fait, ni un principe, ni une force. Le seul fait réel, c'est l'existence de propriétés élémentaires dans les éléments anatomiques, propriétés qui se superposent et s'arrangent. La vie n'est nulle part concentrée, elle est partout répandue, elle réside dans chaque élément organique. »*

Rien n'est plus faux en réalité que l'idée que l'on se fait habituellement de la mort. La vie ne quitte pas brusquement et définitivement le corps comme un oiseau qui fuirait sa cage sans retour. La série des éléments dont l'ensemble constitue l'organisme, bien que dépendant d'un tout, vivent et meurent séparément. La mort définitive n'arrive qu'après une suite de morts successives, consécutives habituellement à la mort d'un seul organe. L'expression

* Médecine expérimentale (*Revue Scientifique*, 1873).

rendre le dernier soupir, employée comme synonyme de cessation de la vie, est tout à fait impropre, car la mort complète ne coïncide presque jamais avec le moment où le moribond ne respire plus. Et, comme le dit fort justement Bichat, l'individu vit encore plusieurs jours au dedans, tandis qu'il cesse tout à coup d'exister au dehors. Dans bien des cas, les ressources dont la thérapeutique dispose pourraient, en stimulant les organes respiratoires après le dernier soupir, ramener la vie pour quelque temps *. L'individu qui vient de rendre le dernier soupir, c'est-à-dire qui ne respire plus, n'est nullement mort dans l'acception scientifique de ce mot. Les éléments de ses tissus vivent encore, mais il va bientôt mourir, parce que ses organes, bien qu'aptes à vivre, sont privés, par l'arrêt de la respiration, du milieu nécessaire à leur fonctionnement.

C'est qu'en effet les propriétés des divers éléments qui constituent les êtres vivants ne peuvent se manifester que lorsqu'ils sont placés dans un milieu qui leur soit adapté. Quand on supprime ce milieu, les éléments cessent de fonctionner, mais ils restent aptes à vivre tant qu'ils n'ont pas subi d'altération incompatible avec leur existence.

Ouvrez les vaisseaux d'un animal et laissez-le perdre son sang : la vie, qui était entretenue par l'action de ce liquide sur les éléments, s'en va avec lui et bientôt a complétement disparu. L'animal ne vit plus, mais il reste apte à vivre. Il suffit, en effet, d'injecter dans ses vaisseaux du sang emprunté à un autre animal, pour voir, à chaque coup de piston, l'être mourant il y a un instant graduellement renaître.

Chez les animaux supérieurs, cette aptitude à vivre disparaît très-rapidement après qu'on a privé les éléments du milieu dans

* En dehors de quelques essais faits par Rayer avec le marteau de Mayor pour ranimer les agonisants, les seules recherches que je connaisse sur ce point sont consignées dans une note de Brown-Séquart, publiée en 1858 dans le *Journal de physiologie* sous ce titre : *Recherches sur la possibilité de rappeler temporairement à la vie les individus mourant de maladies.* Ce célèbre physiologiste faisait ses expériences sur des chiens qui allaient mourir de péritonite ou d'autres maladies. En injectant du sang dans les carotides, une des jugulaires restant ouverte pour laisser le cœur droit se débarrasser de son trop plein, il réussissait à ranimer l'animal pour quelques heures.

lequel ils trouvaient les conditions de leur vitalité. Ce n'est qu'exceptionnellement, comme chez les animaux hibernants et dans de rares circonstances chez l'homme *, que les éléments qui ne fonctionnent pas gardent quelque temps leur aptitude à vivre. Chez les animaux inférieurs, il en est autrement. Les rotifères reviennent à la vie plusieurs années après avoir été desséchés. Il suffit de les imbiber avec une goutte d'eau, c'est-à-dire de rendre à leurs éléments le milieu nécessaire à leur fonctionnement, pour les voir renaître. Chez eux la vie persiste à l'état latent, comme elle persiste aussi dans ces graines retirées des tombeaux des rois d'Egypte et qui, après 5000 ans passés, conservent le pouvoir de germer encore quand on leur rend la chaleur et l'humidité qui constituent le milieu où leur vitalité peut se manifester.

Bien que ce que j'appelle *l'aptitude à vivre* ne persiste chez les êtres supérieurs que peu de temps après que les organes ont été privés de leur milieu — probablement en raison de l'activité des altérations moléculaires qui s'opèrent dans leur sein — ce temps est dans beaucoup de cas suffisant pour permettre de les ramener à l'existence. Il l'est surtout dans les morts comme celles par hémorrhagie ou dans certaines formes d'asphyxie rapide, qui n'ont pas laissé aux éléments le temps d'éprouver des altérations incompatibles avec la vie. Il l'est peut-être quelquefois encore, bien qu'à un degré moindre, dans cette asphyxie lente qui constitue l'agonie et qui est la terminaison habituelle de la plupart des maladies.

Rarement, en effet, on meurt de l'affection dont on est atteint, et bien souvent l'asphyxie qui la termine n'est qu'un accident qu'une science plus avancée pourra sans doute un jour combattre de façon à laisser la maladie suivre son cours.

Quoi qu'il en soit, tout ce qui a commencé doit finir. Arrivés à une période plus ou moins avancée de leur existence, les éléments

* Nous avons cité, page 74, plusieurs cas authentiques d'individus restés plusieurs mois dans un état de léthargie profonde simulant la mort. On peut rapprocher de cet état la demi-somnolence dans laquelle les habitants des contrées avoisinant le pôle passent en compagnie des rennes leurs longs mois d'hiver dans des huttes hermétiquement closes et recouvertes d'une épaisse couche de neige, et où l'air, surchargé d'acide carbonique, ne se renouvelle que d'une façon fort lente.

des tissus cessent de se renouveler, les organes qu'ils constituent ne fonctionnent plus et la personnalité de l'être s'évanouit.

Mais dans l'univers rien ne s'anéantit, et cette mort des éléments dont l'ensemble constituait notre être est pour eux le prélude d'une vie nouvelle. Après avoir subi cette série de métamorphoses que nous avons décrites en étudiant précédemment la circulation de la matière, les matériaux qui les constituaient sont assimilés par les plantes et servent ainsi à la formation de nouveaux êtres. La somme de matière organisable qui existe dans l'univers terrestre est limitée, et depuis le jour où, sur le sol refroidi de notre planète, la vie commença à se manifester, ce furent toujours les mêmes éléments dont furent composés les êtres qui, à travers les âges, se sont succédé à sa surface. La mort n'est qu'un changement, elle ne détruit rien, mais oblige la matière à d'éternelles métamorphoses.

*
* *

Je suis arrivé au terme de la tâche que j'avais entreprise de tracer le tableau de l'état actuel de la physiologie et de ses applications nombreuses. Les découvertes qui ont permis de conduire cette science au degré où elle est arrivée aujourd'hui, sont sans doute merveilleuses et montrent jusqu'où peuvent aller les investigations de l'homme. Mais si, quittant les sentiers parcourus, nous jetons les yeux vers ces horizons sans fin où se perdent les voies à parcourir, nous sommes obligés de reconnaître l'immensité du travail restant à accomplir.

Avec l'énoncé seul de ce qui reste à découvrir en physiologie, on ferait facilement un livre, et certes ce livre aurait une utilité grande, car c'est un défaut aussi nuisible que fréquent de laisser croire à ses lecteurs que la science dont on traite est plus avancée qu'elle ne l'est réellement. Ce n'est, au contraire, qu'en indiquant aux travailleurs les progrès à réaliser, qu'on peut faire naître dans leur esprit le désir de les accomplir.

L'étendue des recherches à effectuer encore en physiologie est donc immense. Les usages des organes les plus étudiés, comme le foie, par exemple, sont loin d'être entièrement connus. Nous ne

possédons pas une théorie complète de la digestion, et ce que nous savons de précis des fonctions des diverses parties du cerveau tiendrait facilement en quelques lignes.

Les livres ont leur destinée que nous ne pouvons connaître, mais les progrès des sciences sont tellement rapides aujourd'hui, qu'il est facile de prévoir, en physiologie surtout, que les œuvres scientifiques contemporaines auront bientôt vieilli. Si, dans quelques siècles, un savant curieux des choses du passé venait à découvrir un exemplaire de cet ouvrage, préservé par la poussière de quelque bibliothèque à l'insatiable main du temps, nous pouvons facilement prédire qu'il en parcourrait les pages avec ce sourire étonné de l'homme qui compare la science de son époque à celle des siècles qui l'ont précédé, et sans doute, en voyant combien de choses nous ignorons aujourd'hui, penserait-il de la physiologie actuelle ce qu'un savant moderne peut penser des théories qui ont régné dans cette science aux temps de Galien ou d'Aristote.

Mais si le savant que je suppose a étudié la marche des sciences à travers les âges, il reconnaîtra sûrement que ce qui distingue essentiellement la science actuelle de celle des temps passés, c'est la précision des méthodes appliquées partout et l'esprit philosophique qui les dirige. Jadis le sentiment personnel remplaçait l'observation directe. La science ancienne est pleine d'assertions considérées comme faits indubitables sur la foi du maître qui les avait énoncés et que personne ne songeait à soumettre à aucun contrôle. Pendant combien de siècles n'a-t-on pas cru que les anguilles naissaient du limon des fleuves, comme le disait Aristote?

Autre est l'esprit des sciences modernes, et c'est ce qui fait leur force. L'autorité du nom a disparu; le fait énoncé n'est plus admis qu'après de nombreuses vérifications, et derrière les faits nous recherchons leurs lois. Les faits découverts pourront recevoir des interprétations différentes de celles qu'on leur donne maintenant, mais ils ne sauraient varier. Pierres d'un monument à peine ébauché encore, ils sont assez solides pour résister aux siècles et pourront être utilisés toujours.

C'est grâce aux méthodes en usage depuis deux ou trois cents ans à peine, que les sciences ont été conduites au point où nous

les voyons aujourd'hui. L'immensité des résultats obtenus en ce court espace de temps montre la valeur des moyens qui ont permis de les obtenir. Et si quelque grand penseur de l'antiquité, tel que Archimède, Pline ou Platon, pouvait revivre et contempler nos découvertes, il serait stupéfait de leur étendue. Le savant moderne connaît la loi qui trace aux mondes leur route dans l'espace et dit aux flots furieux : vous mourrez ici. Dans ces pâles rayons qui remplissent une nuit étoilée, il sait lire la composition intime d'astres placés à de telles distances que leur lumière met des milliers d'années pour venir jusqu'à nous. Il a forcé la lumière à graver son image et l'électricité à transmettre instantanément sa pensée d'un hémisphère à l'autre.

Mais plus haut que les faits, plus haut que ces hiérarchies de nécessités qui mènent l'univers et que nous nommons des lois, au-dessus des apparences trompeuses, se trouve la région inexplorée des causes et à son sommet sans doute une cause unique, raison première des mondes et d'où tout dérive. Mais malgré l'avidité avec laquelle l'homme a toujours essayé de soulever le voile qui cache à ses yeux ces désespérantes inconnues, la constante impuissance de ses tentatives n'a servi qu'à montrer à quel point elles sont inaccessibles pour lui. Et si jamais il est donné à un être humain de les aborder et de les comprendre, cet être, héritier des progrès accumulés pendant des milliers d'années, devra être infiniment supérieur à nous-mêmes et vivra sans doute à un âge où la poussière de toutes les races actuelles sera depuis longtemps dispersée.

FIN.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

Aberration des lentilles, 598. — De l'œil, 616, 622.
Absorption, 431; — intestinale, 160, 438; — cutanée 433; — pulmonaire, 440; — par les muqueuses, 437.
Abstinence, 72.
Accommodation de l'œil pour la vision à distance, 621. — Ses anomalies, 637.
Accouchement, 884.
Acide carbonique. Quantité exhalée par la respiration, 117, 361, 367; — existant dans l'air, 333. — Siége de sa formation dans les organes, 356.
Acide urique, 291, 296.
Acide sudorique, 303.
Activité consciente du système nerveux, 825.
Activité inconsciente du système nerveux, 821.
Acuité de la vision. Influence de l'intensité de l'éclairage sur elle, 631.
Acupuncture du cœur, 402.
Adaptation de l'œil à diverses distances, 618.
Aération insuffisante. Ses dangers, 377.
Ages, 890.
Air, 328. — Historique de la découverte de sa composition, 329. — Sa composition, 331. — Poussières atmosphériques, 337. — Miasmes de l'atmosphère, 339. — Coloration de l'atmosphère, 341. — Pression de l'atmosphère, 342. — Influence de la lumière sur ses propriétés, 345. — Température de l'air, 342. — Température de l'air expiré, 366.
Air confiné. 377, 385.
Albumine, 78; — dans l'urine, 301.
Albuminose, 154.
Alcool. Emploi dans le traitement de la pneumonie, 13, 112. — Sa valeur comme aliment, 109, 111. — Action physiologique, 110. — Inconvénients de son abus, 113. — Comment il vieillit, 114.
Aliments, 76. — Division et composition, 77, 121. — Aliments azotés, 77; — dits respiratoires ou de combustion, 78, 79. — Digestibilité des divers aliments, 155.
Alimentation, 116. — Quantité d'aliments nécessaires pour réparer les pertes des organes, 117. — Comment elle doit être modifiée suivant les circonstances, 118. — Composition des divers aliments, 121. — Force et chaleur produites par l'oxydation de chacun d'eux, 122. — Equilibre entre la recette alimentaire journalière et les pertes des organes, 123. — Le travail est proportionnel à l'alimentation, 124. — Influence du régime alimentaire sur le caractère, les idées, etc., 126.
Alimentation insuffisante, 69. — Action sur la mortalité, 70. — Observations faites en Crimée, en Italie et pendant la dernière guerre, 71, 125. — Alimentation dans les armées allemandes, 87.
Allaitement, 885.
Allantoïde (vésicule), 867.
Altérations de l'urine, dans les maladies, 293.
Amandes (comme aliment), 98.
Amétropie, 638.
Amidon (comme aliment), 80. — Sa transformation en graisse, 81.
Amidon hépatique, 427.
Amygdales, 37.
Amnios, 867.
Anémie, 270, 275, 380.
Anesthésie des cellules nerveuses, 766.
Anévrysmes, 191, 264.
Angle facial, 795.
Angle visuel, 631.
Aphasie, 566.
Appétit, 66.
Artères, 190.
Articulations, 501.
Ascarides, 54.
Asphyxie, 389. — Résistance des divers animaux à l'asphyxie, 390. — Anesthésie déterminée par l'asphyxie, 391. — Mécanisme de l'asphyxie, 392. — Phénomènes asphyxiques dans les maladies, 394. — Appréciation des diverses méthodes en usage contre l'asphyxie, 399. — Cause de la difficulté de ramener à la vie certains asphyxiés, 407.
Astigmatisme, 638, 640, 650.
Atmosphère. (Voy. Air.)
Audition. Son mécanisme, 670. — Ses troubles physiologiques, 677.
Azote de l'atmosphère, 333.

Bâillement, 326.
Bain (Absorption dans le), 434.
Ballonnement du ventre par l'accumulation des gaz de la digestion, 149.
Besoin d'aliments. (Voy. Faim.)
Beurre, 93.
Bière (comme aliment), 107.
Bile, 156, 424. — Dans l'urine, 300.
Boissons fermentées, 107.
Botal (Trou de), 873.
Bouche, 34. — Les parasites, 41.
Bouillon, 84. — N'a aucune valeur alimentaire, 84. — Son analogie avec le café, 85.
Bronches, 311.
Bronchite, 394.
Bruits du cœur, 247. — Bruits morbides, 261.
Bruits respiratoires, 325.
Bruits de souffle, 248.
Bulbe rachidien, 726.
Cachexie cardiaque, 265.
Caduque (membrane), 867.
Café, 99. — Erreurs enseignées sur son action, 100. — Prétendu ralentissement de la désassimilation des tissus produit par le café, 101. — Expériences de l'auteur sur les quantités d'acide urique et de phosphates éliminées sous l'influence du café, 102. — Emploi dans les maladies du cœur, 268.
Caféine. Son action physiologique, 103.
Calculs biliaires, 157.
Canines, 42.
Capillaire, 192. — Vitesse du sang dans les capillaires, 251. — Observation de la circulation dans les capillaires des grenouilles, 253. — Influence du système nerveux sur elle, 254.
Capsules surrénales, 421.
Carbonique. (Voy. Acide.)
Cartilages, 24, 501.
Caséïne, 78, 89.
Cellules contractiles, 467.
Cellules nerveuses, 715, 761, 764.
Cellulose, 81.
Céphalo-rachidien (Liquide), 718.
Céréales (Aliment), 94.
Centre de gravité, 511.
Cercles de diffusion, 637.
Cerveau (Structure), 722. — Fonctions, 784. — Rapport existant entre sa forme et l'intelligence, 790.
Cervelet, 724, 789.
Chaleur. — Sa transformation en mouvement, 16, 450. — Son emploi contre l'asphyxie, 406.
Chaleur animale, 454. — Dans les maladies et après la mort, 456. — Résistance des animaux aux températures extrêmes, 458. — Régulateurs de la chaleur animale, 460. — Ses sources, 462. — Transformation de la chaleur animale dans nos organes, 463.
Champignons (comme aliment), 98.
Chocolat, 98.
Cholestérine, 157.
Chorion, 867.
Chyle, 160.
Chylifères, 161.
Chyme, 154.
Cils vibratiles, 467.
Circulation, 181. — Cœur, 182. — Artères, 190. — Capillaires, 192. — Veines, 194. — Circulation dans les principaux organes, 198. — Le sang, 216. — Histoire de la découverte de la circulation, 237. — Circulation du sang dans le cœur, 241. — Contractions du cœur, 243. — Bruit du cœur, 247. — Régulateurs de la circulation. Influence du système nerveux sur le cœur, 248. — Circulation du sang dans les vaisseaux, 250. — Tension du sang et vitesse de la circulation dans les vaisseaux, 251. — Action du système nerveux sur les vaisseaux, 254. — Circulation dans la série animale, 256. — Hygiène de la circulation et physiologie des troubles de cette fonction, 258. — Circulation du fœtus, 872.
Circulation dans les centres nerveux, 729.
Circulation de la matière, 443.
Climats. Leur influence sur l'homme, 350.
Cæcum, 53.
Cœur, 182. — Ses contractions, 243. — Bruits du cœur, 247. — Influence du système nerveux sur ses mouvements, 248. — Action du cœur sur le cerveau, 250. — Phénomènes produit par l'irrégularité des fonctions du cœur, 259.
Coliques hépatiques, 62.
Colloïdes, 433.
Colonne vertébrale, 498.
Coloration de l'atmosphère, 341.
Coloration des corps, 590.
Congestion, 270; — cérébrale, 273.
Consonnes (Mécanisme de leur formation), 561.
Constipation, 179.
Contractilité des muscles, 471.
Contractions du cœur, 243.
Cordes vocales, 558.
Cordon ombilical, 867.
Cornée, 602.
Corps gras, 79. — Chaleur et force développées par leur combustion, 79.
Corps thyroïde, 420.
Côtes (Mouvements des), 320.
Couches optiques, 787.
Couleurs, 590.

Couleurs complémentaires, 591.
Courant nerveux, 763.
Course, 514.
Creature, 84.
Crème, 90.
Cristallin, 609.
Cristalloïdes, 433.
Curare. Action sur le système nerveux, 767.
Cysticerques, 54.
Décapitation. Moyen de rendre la vie à une tête séparée du tronc, 235.
Défécation, 147.
Déglutition, 139.
Dents, 41. — Nerfs des dents, 41, 43. — Première dentition, 44. — Dents de lait, 44.
Dentition, 44.
Dépenses des organes, 412.
Depuration du sang, 279.
Développement de l'homme, 889.
Diabète, 301, 429.
Diaphragme, 320, 529.
Diastase, 81, 107.
Diastole, 243.
Diète (Résistance des animaux à la), 74.
Diffusion, 433.
Digestibilité des aliments, 155.
Digestion. Organes de la digestion, 33. — Connaissance des anciens physiologistes sur la digestion, 129. — Marche des aliments dans le tube digestif, 131. — Séjour des aliments dans l'estomac, 141. — Dans l'intestin, 145. — Expulsion du résidu des aliments au dehors, 147. — Transformation des aliments dans le tube digestif, 150. — Action de la salive, 150. — Du suc gastrique, 151. — De la bile, 156. — Du suc pancréatique, 158. — Du suc intestinal, 159. — Absorption des produits de la digestion, 160. — Résumé des phénomènes de la digestion, 167. — Hygiène de la digestion et physiologie des troubles de cette fonction, 170.
Digitale. Action sur le cœur, 267.
Douleur. Utilité physiologique, 773.
Dimension des objets visibles, 630.
Duodenum, 51.
Eau (comme aliment), 105. — Sert de véhicule aux germes de diverses maladies, 106. — Les eaux de Paris, 107.
Education, 578.
Elasticité musculaire, 471.
Electricité. Contre l'asphyxie, 403. — Action sur le système nerveux, 765.
Eléments constituant des êtres vivants, 17. — Eléments anatomiques, 22. — Eléments nerveux, 714.
Embarras gastrique, 175.
Embryon, 867. — Son développement, 18, 873.
Emmetropie, 638.
Emphysème pulmonaire, 397.
Encéphale, 720.
Encombrement, 380.
Endocarde, 190.
Endosmose, 432.
Energie potentielle, 452.
Entoptiques (phénomènes), 627.
Epiderme, 698.
Epiglotte, 555. — Son affaissement dans la vieillesse, 557.
Epiploon, 52, 57.
Epithélium, 699.
Erection, 858.
Eructation, 145.
Espèces. Leur transformation, 904.
Estomac, 47. — Ses glandes 49, 151. — Contractions de l'estomac pendant la digestion, 142. — N'a pas un rôle prédominant dans la digestion, 178.
Eternuement, 326.
Etres vivants. Leurs transformations, 19, 904.
Exhalation cutanée, 366.
Exosmose, 432.
Expectoration, 326.
Expiration, 318.
Extenseurs, 504.
Extrait de viande, 86.
Face (Mouvements expressifs de la), 518.
Facial (Nerf). (Voy. Nerf.)
Facultés, 814.
Faim, 63. — Son siége, 64. — Ses effets sur l'homme, 66. — Temps pendant lequel on peut la supporter, 73.
Faits. Leur valeur, 15. — Conduisent à la découverte des lois, 16.
Famine. Son action sur l'homme, 67.
Fécondation, 661.
Fécule, 80. — Sa transformation en graisse, 81.
Fenêtre ovale, 666. — Ronde, 666.
Fibres commissurantes, 788.
Fibres musculaires, 469.
Fibres nerveuses, 715.
Fibrine, 78.
Fin des êtres, 905.
Fléchisseurs, 504.
Fœtus. Sa nutrition, 870. — Ses transformations, 873. — Influence de la mère sur le fœtus, 880.
Foie, 59, 422.
Forces, 449. — Leur indestructibilité, 450. — Leur origine, 451.
Force musculaire, 485.
Force du cœur, 116, 244.
Forces de tension, 452.
Forces vives, 452.
Force nerveuse, 763.
Formation des sons dans le larynx, 561.
Fruit (comme aliment), 97.

Fromage (comme aliment), 98.
Ganglions lymphatiques, 164.
Ganglion de Wrisberg, 189.
Gastrique (Suc). (Voy. Suc.)
Gélatine (valeur comme aliment), 85.
Génération. (Voy. Reproduction.)
Génération spontanée, 846.
Gestation, 882.
Glandes, 29; — de l'estomac, 49; — sublinguales, 57; — sous-maxillaires, 57; — vasculaires sanguines, 417.
Globe oculaire, 600.
Globules du sang, 221. — Globules rouges, 221; — blancs, 224. — Rôle des globules dans la respiration, 356.
Glosso-pharyngien. (Nerf.) (Voy. Nerf.)
Glomérules, 286.
Glotte, 559.
Gluten, 95.
Glycose, 81, 94.
Glycosurie, 301.
Gommes, 81.
Goût, 690, 694.
Goutte, 296.
Graisse. (Voy. Corps gras.)
Grand sympathique, 750.
Gravelle, 296.
Gros intestin, 53.
Grossesse, 882.
Gymnastique, 477.
Hallucinations, 580.
Haricots (comme aliments), 97.
Harmonie. (Ses causes physiologiques), 564.
Hématies, 221.
Hématine, 223.
Hémato-cristalline, 223.
Hémato-globuline, 223.
Hématosine, 223.
Hémoglobine, 223.
Hémorrhagie consécutive à une congestion, 271.
Hémorrhagie cérébrale, 273.
Hémorrhagies veineuses et artérielles, (Distinctions des), 196.
Hémorrhoïdes, 196.
Hérédité, 893.
Homme. N'est pas le dernier mot de la création, 19. — Apparition à la surface du globe, 21. — L'homme primitif, 21. — Transformation de l'homme, 900.
Hôpitaux. Mortalité sous l'influence de l'encombrement, 381.
Hoquet, 326.
Hôtel-Dieu de Paris. Son insalubrité, 382.
Hygiène de la circulation, 258.
Hygiène de la digestion, 170.
Hydropisie, 272.
Hypertrophie du cœur, 263.
Hypermétropie, 637, 648.
Hypnotisme, 581, 811, 842.
Hypoglosse. (Voy. Nerfs.)
Ictère, 426.
Idées, 572. — Leur origine, 807.
Illusion des sens, 579, 811.
Images consécutives, 627.
Images par irradiation, 627.
Inanition, 73.
Incisives, 42.
Induction (Courants d'), 403.
Infection purulente. Conditions de sa manifestation, 383.
Inflammation. Sa théorie, 253.
Infusoires, 847.
Innervation. (Voy. Système nerveux.)
Inspiration, 318, 325.
Insufflation pulmonaire contre l'asphyxie, 399.
Instinct, 577, 822, 826.
Instruction universitaire en France, 3.
Intelligence, 572, 805. — Eléments de l'activité intellectuelle, 807. — Conservation des sensations transformées en idées, 869. — Elaboration des impressions sensorielles, 813. — Facultés, 814. — Raison, jugement, volonté, 817. — Activité inconsciente du système nerveux, 821. — Activité consciente, 825. — Intelligence des animaux, 826. — Durée des opérations intellectuelles, 830. — Influence de l'état des organes sur les fonctions intellectuelles, 831. — Influence des idées sur les organes, 834.
Intercostaux, 323.
Intestin, 51.
Iris, 604.
Irritabilité. (Voy. Contractilité.)
Ivoire, 41.
Jugement, 817.
Kyestéine, 301.
Lactation, 885.
Lait (comme aliment), 89. — Ses falsifications, 91. — Transmission de la phthisie par le lait, 92. — Sa sécrétion, 887.
Langage, 567. — Langage des animaux, 569.
Langue, 37. — Muscles de la, 39. — Langue comme organe du goût, 691.
Larmes, 613.
Laryngoscope, 559.
Larynx, 554.
Légume (comme aliment), 98.
Légumineuses (comme aliment), 96.
Lentilles, 594.
Leucocytes, 224.
Leviers, 505.
Lèvres, 34.
Libre arbitre, 818, 820.
Limaçon, 669.
Localisation de la faculté de la parole, 565.

Localisations phrénologiques, 800.
Lois. Elles résultent de l'observation intelligente des faits, 16.
Luette, 37.
Lumière. Son influence sur les propriétés de l'atmosphère, 345. — Sa nature 587.
Lunettes, 594, 645, 650.
Lutte pour l'existence, 903.
Lymphatiques, 163. — Histoire de leur découverte, 165.
Lymphe, 164.
Mamelles, 886.
Marche, 513.
Mastication, 133. — Muscles moteurs de la mâchoire, 137. — Inconvénients d'une mastication incomplète, 173.
Matières minérales dans l'alimentation, 81. — Composant les êtres vivants, 17.
Matière (Circulation de la), 444.
Matière Sa définition, 808.
Matière sarcodique, 467.
Méconium, 425.
Médecine et physiologie, 11. — Incertitude de la médecine, 12.
Médiastin, 317.
Mémoire, 809.
Menstruation, 855.
Mésentère, 51.
Miasmes de l'atmosphère, 339. — Miasme humain, 304, 365.
Milieu. Son influence sur les êtres vivants, 901.
Moelle épinière. Structure, 726. — Propriétés et fonctions, 775.
Molaire, 42.
Mondes, 41.
Mort, 905.
Mortalité en temps de guerre, 71.
Moteur oculaire commun (nerf) et moteur oculaire externe. (Voy. Nerfs.)
Moucher, 326.
Mouvement, 866. — Ses organes, 467. — Sources chimiques du mouvement, 489. — Sa transformation en chaleur, 450. — Mécanisme des mouvements, 493.
Mouvements expressifs de la face, 519.
Mouvements des diverses parties du corps et muscles qui les produisent, 525.
Mouvements réflexes, 778.
Mouvements respiratoires, 321.
Muscles. Leurs modifications pendant la respiration, 357. — Structure et propriétés des muscles, 469. — Enregistrement des contractions musculaires, 472. — Indépendance de la contractilité musculaire et du système nerveux, 477. — Influence des excitants sur les muscles, 479. — Vitesse de transmission de l'excitation nerveuse dans les muscles, 480. — Changements subis par les muscles pendant leur contraction, 481. — Phénomènes électrique et calorifique dans les muscles en contraction, 483. — Force développée par les muscles en se contractant, 485. — Mort du muscle. Rigidité cadavérique, 487. — Origine de la puissance musculaire, 489.
Muscles moteurs de la face, 525. — De la mâchoire et de l'os hyoïde, 527. — Du cuir chevelu, 527. — De la tête, 528. — De la colonne vertébrale, 528. — Des côtes, 529. — De l'épaule, 530. — Du bras sur l'épaule, 530. — De l'avant-bras sur le bras, 531. — De la main sur l'avant-bras, 531. — Du radius sur le cubitus, 531. — Du bras, 532. — Du bassin, 533. — De la cuisse sur le bassin, 533. — De la jambe sur la cuisse, 534. — Du pied sur la jambe, 534. — Des orteils, 535.
Myopie, 637, 639, 642.
Natation, 515.
Nerfs. Structure 715, 732. — Propriétés et fonctions, 768. — Transmission des impressions et des excitations dans les nerfs, 771. — Centres de nutrition des nerfs, 772. — Nerf olfactif, 736; — optique, 736; — moteur oculaire commun, 736; — pathétique, 736; — trijumeau, 737; — moteur oculaire externe, 739; — facial, 739; — auditif, 741; — glosso-pharyngien, 741; — pneumogastrique, 741; — spinal, 743; — grand hypoglosse, 743; — rachidiens, 743; — intercostaux, 747; — grand sympathique, 750; — vaso-moteurs, 753.
Nerfs sensitifs, 768.
Nerfs du cœur, 189, 249.
Nerfs moteurs, 768.
Nerveux (Système). — Vue d'ensemble, 708. — Structure des éléments du système nerveux, 714. — Structure des centres nerveux, 718. — Cerveau, 722. — Cervelet, 724. — Moelle épinière, 726. — Relations des diverses parties du système nerveux entre elles, 755. — Propriétés et fonctions des cellules nerveuses, 761. — Action de l'électricité et des divers agents sur elles, 765. — Propriétés et fonctions des fibres nerveuses et des nerfs, 768. — Propriétés et fonctions de la moelle épinière, 775. — Du cerveau et du cervelet, 784. — Activité du système nerveux, 805. — Ses sources, 836. — Repos du système nerveux, 839.
Nez, 682.
Noix (comme aliments), 98.
Nutrition, 441.
Odeurs, 686.

Odorat, 681, 688.
Œil, 600. — Sa structure, 602. - Son imperfection optique, 616, 622. — Usage des parties qui le composent, 617.
Œsophage, 45.
Œufs (comme aliment), 88.
Œuf, 854. — Organes sécréteurs de l'œuf, 852. — Ponte de l'œuf, 855. — Fécondation de l'œuf, 861. — Développement et transformation de l'œuf fécondé, 866.
Olfactif. (Voy. Nerf.)
Ongles, 701.
Ondes sonores, 660.
Ophthalmoscope, 640.
Optique. (Voy. Nerf.)
Oreille. Sa structure, 564. — Rôle de ses diverses parties, 670.
Oreillettes du cœur, 186.
Organes. Transformations sous l'influence des milieux, 20. — Naissent avec les besoins, 29, 902. — Sources auxquelles ils réparent leurs pertes, 76.
Organe de Corti, 670.
Origine du langage, 567.
Os, 24.
Osmomètre, 432.
Osmose, 432.
Osséine, 85.
Osselets, 666.
Ouïe, 654.
Ovaire, 852.
Ovulation, 855.
Ovule, 854.
Oxalate de chaux dans l'urine, 298.
Oxyde de carbone dans l'atmosphère, 335.
Oxygène, 331. — Quantité absorbée dans la respiration, 361.
Oxyure, 54.
Ozone, 332.
Pain (aliment), 95, 119.
Pancréas, 62.
Pancréatique. (Voy. Suc.)
Pancréatinine, 159.
Parasites de la bouche, 41.
Parasites intestinaux, 54.
Parole, 564. — Sa localisation, 565.
Parotides, 57.
Peau. Fonctions, 303. — Structure, 698.
Pepsine, 153.
Peptone, 154.
Perception des couleurs, 625.
Péricarde, 190.
Péritoine, 57.
Persistance des impressions lumineuses, 627.
Perspiration cutanée, 305.
Pharynx, 45.
Phenakisticope, 630.
Physiologie. — Son but, 1. — Son utilité, 2. — Ses progrès depuis l'antiquité, 5. — Son influence sur la médecine, 13. — Son état actuel, 910.
Phosphates dans l'urine, 298.
Phrénologie, 796.
Pierre, 296.
Pigment, 699.
Placenta, 870.
Plasma du sang, 221.
Pleurésie, 395.
Plèvres, 315.
Plexus cervical, 745; — brachial, 747; — lombaire, 747; — sacré, 747.
Plumes, 702.
Pneumogastrique. (Voy. Nerf.)
Pneumonie, 13, 395.
Pneumothorax, 397.
Poils, 701.
Pois (comme aliment), 97.
Poitrine (Blessures de la), 317.
Pommes de terre (comme aliment), 96.
Porte (veine), 822.
Portée de la vue distincte, 631.
Pouls, 250.
Poumons, 312. — Leur élasticité, 322. — Leur pouvoir absorbant, 357. — Volume d'air restant dans les poumon après l'expiration, 359.
Poussières atmosphériques, 337.
Préhension des aliments, 131.
Presbyopie. (Voy. Presbytie.)
Presbytie, 637, 640, 652.
Pression atmosphérique. Influence de ses variations sur les êtres vivants, 342.
Principes élémentaires des corps, 23.
Principes immédiats, 23.
Protubérance annulaire, 788.
Puberté, 855.
Punctum cœcum, 627.
Pupille, 605.
Rachidiens. (Voy. Nerfs.)
Rachis, 498.
Raison, 817.
Rate, 50, 417.
Rayons lumineux. Marche dans les lentilles, 593. — Dans l'œil, 617, 631, 645, 650.
Recettes et dépenses des organes, 411.
Rectum, 53.
Réflexe (Action), 778.
Réfraction, 593.
Régénération des organes après leur ablation, 443.
Régime alimentaire. (Voy. Alimentation.)
Règles. (Voy. Menstruation.)
Régulateurs de la chaleur animale, 460.
Reins, 283, 287.
Relations de l'organisme avec le monde extérieur, 570.
Reproduction des êtres vivants, 845. — Modes divers de reproduction des

êtres, 845. — Génération spontanée, 846. — Reproduction par scission et bourgeons, 850. — Par œufs, 871.
Résistance des animaux aux températures extrêmes, 458.
Respiration, 308. — Organes de la respiration, 309. — Mouvements de l'appareil respiratoire, 318. — Leurs variétés, 324. — Leur fréquence 325. — Bruits respiratoires, 325. — L'air, 328. — Découvertes qui ont conduit à la connaissance des phénomènes de la respiration, 353. — Différence existant entre l'air qui pénètre dans les poumons et celui qui en sort, 355. — Siége réel de la respiration, 355. — Respiration des tissus, 356. — Absorption et échange des gaz dans les poumons, 358. — Volume d'air nécessaire à la respiration, 359. — Quantité d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé pendant la respiration, 361. — État sous lequel l'acide carbonique et l'oxygène existent dans le sang, 363. — Vapeur d'eau et produits divers exhalés pendant la respiration, 364. — Causes modifiant l'intensité des phénomènes respiratoires, 367. — Action de la respiration sur le sang, 369. — Action du système nerveux sur la respiration, 369. — Respiration dans la série animale, 371. — Hygiène de la respiration, 376. (Voy. Air.)
Respiration artificielle, 400.
Respiration cutanée, 366.
Rétine, 607. — Parties impressionnables de la rétine, 624. — Activité et repos de cette membrane, 627.
Rêves, 839.
Rigidité cadavérique, 487.
Rire, 327.
Rumination, 145.
Salive (Action sur les aliments), 150.
Sang, 216. — Sa formation aux dépens des matériaux de la digestion, 217. — Sa composition, 218. — Globules rouges, 221; — blancs, 224. — Modifications qu'il subit en traversant les organes. Sang veineux et artériel, 225. — Température du sang, 227. — Quantité de sang contenue dans les organes, 228. — Ses modifications dans les maladies, 229. — Transfusion du sang, 232. — Sa tension dans les vaisseaux, 251. — Vitesse de sa circulation, 251. — Dépuration du sang et ses produits (urine, sueur, etc.), 279. — Action de la respiration sur le sang, 369.
Sanglot, 327.
Saut, 515.
Saveurs, 693.
Sciences. Leur état dans l'antiquité, 7. — Liens qui les unissent entre elles, 10. — Leur état actuel, 910.
Sécrétions, 414. — Sécrétions des séreuses et des muqueuses, 416. — Sécrétion de la rate, 417; — du corps thyroïde, 420; — du thymus, 421; — des capsules surrénales, 421; — du foie, 422.
Sédiments dans l'urine, 295.
Sel (valeur comme aliment), 82.
Sens. (Voy. Vue, Odorat, etc.)
Sensations, 571. — Origine des sensations, 572. — Diverses espèces de sensations, 573. — Leur limite, 574. — Transmission des sensations au cerveau, 575. — Souvenir et association des sensations, 576. — Influence de l'attention sur leur perception, 578. — Illusions des sens, 579, 811. — Conservation des sensations transformées en idées, 869. — Elaboration des impressions sensorielles, 813. — Influence de l'attention sur leur perception, 816.
Sensibilité. Son rôle dans l'organisme, 773.
Sexes. Causes de leur production, 864.
Soif, 65.
Sommeil, 839; — léthargique, 74. — Somnambulisme, 842.
Son, 655. — Propagation, 658. — Analyse, 661. — Causes physiologiques de l'harmonie, 663. — Formation des sons dans le larynx, 561.
Sources chimiques du mouvement, 489.
Spectre solaire, 590.
Spermatozoïdes (dans l'urine), 302. — Leur nature, 859.
Sperme, 859.
Spinal. (Voy. Nerf.)
Sphygmographe, 251.
Spiromètre, 360.
Squelette, 495.
Stations hivernales, 347.
Station verticale, 511.
Stéréoscope, 635.
Suc gastrique, 151.
Suc intestinal, 159.
Suc pancréatique, 158.
Sucre (comme aliment), 80, 94. — Dans l'urine, 301. — Formation dans le foie, 427.
Sudoration, 302.
Sueur, 303.
Sympathiques (Phénomènes), 782.
Syncope, 249, 275.
Synoviales, 501.
Synovie, 501.
Systole, 243.
Système nerveux. (Voy. Nerveux.)
Tabac. Son action sur la mémoire, 114.
Tartre dentaire, 151.
Température animale, 454.

Température de l'atmosphère, 346; — de l'air expiré, 366.
Température dans les maladies et après la mort, 456.
Température du sang, 227.
Tension du sang dans les vaisseaux, 251.
Tentes-hôpitaux américains, 385.
Thé. Rôle physiologique, 103. — Ne préserve pas de la fièvre intermittente, 104.
Thymus, 421.
Thyroïde (Corps), 420.
Tissus, 22; — cellulaire, 22; — fibreux, 23; — graisseux, 23; — cartilagineux, 24; — osseux, 24; — musculaire, 25; — nerveux, 27; — glandulaire, 28. — Élimination des produits de l'usure des tissus, 280. — Respiration des tissus, 356. — Leur reproduction, 443. — Leur renouvellement, 446.
Tonsilles, 37.
Toucher, 696, 702.
Toux, 326.
Tracés graphiques, 472.
Trachée-artère, 310.
Transformations des forces, 16, 450.
Transformations de l'homme après sa naissance, 889.
Transfusion du sang, 232.
Trijumeau. (Voy. Nerfs.)
Troubles de la digestion, 170; — de la circulation, 258; — de la respiration, 376; — de la vision, 636; — de l'ouïe, 677; — du système nerveux, 832.
Trompe d'Eustache, 667.
Trompe utérine, 852.
Truffes (comme aliment), 98.
Tubes nerveux, 717.
Tubes urinifères, 285, 301.
Urates, 291, 296.
Urée, 290, 295.
Uretère, 287.
Urèthre, 858.
Urinaires (calculs), 296.
Urination, 283.
Urine, 289. — Tableau de ses altérations dans les maladies, 293.
Urique (acide), 291.
Utérus, 853.
Vaisseaux. (Voy. Lymphatiques, Veines, Artères, Capillaires.)
Val-de-Grâce. Son insalubrité pendant la guerre, 383.
Valvules du cœur. 186.
Valvule iléo-cœcale, 53.
Vapeur d'eau de l'atmosphère, 336; — des poumons, 565.
Varices, 196.
Vasa-vasorum, 191.
Vaso-moteurs, 191, 254, 753.
Veines, 194.
Veineux (Sang), 225.
Ventilation, 387.
Ventricules du cœur, 186.
Ventriloquie, 565.
Vers intestinaux, 55.
Ver solitaire, 54.
Vésicule allantoïde, 867.
Vésicule biliaire, 61.
Vésicule de Graaf, 852.
Vésicules pulmonaires, 314.
Vessie, 287.
Viande, 83. — Quantité de viande consommée par différents peuples, 83. — Sa conservation, 87.
Vibratile (Mouvement), 467.
Vibrions, 41.
Vie (Origine de la), 17. — Vie dans la cellule, 29.
Vieillesse, 892.
Villosités intestinales, 51, 52.
Vin (comme aliment), 107.
Vision, 617.
Vitelline (Membrane), 854.
Vocules (Cordes), 558.
Voile du palais, 37.
Voix et parole, 554.
Vol, 515. — Son étude au moyen d'appareils enregistreurs, 517.
Volonté, 817.
Vomissement, 143.
Voûte palatine, 35.
Voyelles (Mécanisme de leur formation), 561.
Vue, 586. (Voy. Œil.)

Table des matières VII
Table des travaux de l'auteur . X
Table des gravures. XII
Table alphabétique des matières. 913

FIN.

Strasbourg, typographie G. Fischbach, succr de G. Silbermann.

La Bibliothèque
Université d'Ottawa
Echéance

The Library
University of Ottawa
Date Due

OCT 0 5 1988

OCT 0 7 1988

F.E.B./I.L.L.

APR 3 2007

MOBISET

UOAVRO 4 2007

a39003 009906404b